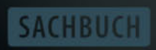
Thomas Grüter

Offline!

Das unvermeidliche Ende des Internets und der Untergang der Informationsgesellschaft







Offline!



Thomas Grüter ist Arzt, Neurowissenschaftler und Wissenschaftsautor. Er hat mehrere Sachbücher veröffentlicht und schreibt unter anderem für *Focus* und *Spiegel online*. Als Experte für die psychologischen Grundlagen von Verschwörungstheorien war er mehrfach zu Wissenschaftssendungen in Radio und Fernsehen eingeladen. Außerdem forscht er zum Thema der Gesichtserkennung im menschlichen Gehirn und hat in den letzten Jahren mehrere wissenschaftliche Arbeiten dazu veröffentlicht.

Bei Springer Spektrum ist auch sein Buch *Klüger als wir?* erschienen, das sich kritisch mit dem Modethema „Neuroenhancement" auseinandersetzt.

Website: www.thomasgrueter.de

Thomas Grüter

Offline!

Das unvermeidliche Ende des Internets und der Untergang der Informationsgesellschaft



Thomas Grüter
Nottulner Landweg 33
48161 Münster
Deutschland
E-Mail: tgrueter@comfood.com

ISBN 978-3-642-37736-5 ISBN 978-3-642-37737-2 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-642-37737-2

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Springer Spektrum

Planung und Lektorat: Frank Wigger, Imme Techentin
Redaktion: Alexander Reischert
Grafikbearbeitung: Dr. Martin Lay, Breisach a. Rh.
Einbandentwurf: deblik, Berlin

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Spektrum ist eine Marke von Springer DE. Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media
www.springer-spektrum.de

Inhalt

1
Internet und Alltag

Die Strukturen und Dinge, mit denen wir aufwachsen, erscheinen uns natürlich und unveränderlich. Solange wir jung sind, altern die Erwachsenen kaum, die Häuser und Bäume in unserer Straße, das Schulgebäude und die Läden, das alles gehört zur selbstverständlichen Ordnung des Universums. Irgendwann werden wir älter und die Dinge um uns herum verlieren ihre Beständigkeit, unsere Eltern und Lehrer erscheinen nicht mehr alterslos und übermächtig stark. Der klobige Röhrenfernseher hat einer eleganten schwarzen Scheibe Platz gemacht, das alte Telefon einer Anlage mit Anrufbeantworter und drei schnurlosen Handgeräten. Natürlich besitzt jeder in der Familie ein Handy mit Komfort nach seinem Geschmack.

Unverändert können wir uns aber darauf verlassen, dass die Deckenlampen aufflammen, wenn wir den Lichtschalter drücken, und dass alle Steckdosen Strom führen. Die Dusche hält Tag und Nacht warmes Wasser für uns bereit. Die Zeit hat Schlaglöcher in den Straßen aufbrechen lassen, aber noch immer bringt uns das Auto bequem und schnell an fast jeden Ort der Republik.

In den letzten zehn Jahren ist das Handy ein universelles Verständigungsmittel geworden, und das Internet verbindet

T. Grüter, *Offline!,* DOI 10.1007/978-3-642-37737-2_1,

uns zuverlässig mit der Welt. Wer heute aufwächst, nimmt Handy und Internet als natürlichen Teil seiner Umwelt wahr, nicht anders als Häuser und Bäume. Auf allen Wegen begleitet uns eine unsichtbare digitale Welt, in der Entfernungen keine Rolle mehr spielen. Das Handy, das Tablet und der Laptop werden zu magischen Fenstern, durch die wir hineinblicken und mit anderen Menschen sprechen, wo immer sie gerade sein mögen. Schüler und Studenten betrachten sich als „Digital Natives“, als die Eingeborenen dieses neu geschaffenen Lebensraums. Sie haben neue und eigene Rituale, Gewohnheiten und Tabus entwickelt. Ihr Spott gilt all jenen, die dort als Fremde und Touristen auftauchen und sich in ihrer Unkenntnis wie Bauerntrampel aufführen. Die digitale Welt kennt keine Verzögerungen und Distanzen mehr. Man chattet mit Freunden auf anderen Kontinenten. Man bestellt Waren zum günstigsten Preis irgendwo in Deutschland oder in Europa. Bereits zwei Tage später steht ein dienstbarer Geist vor der Tür und liefert sie ab. Webcams lassen uns auf Istanbul, San Francisco oder London schauen. Suchmaschinen und Enzyklopädien beantworten fast jede Frage in fast jeder Sprache.

In zwanzig Jahren werden die heutigen Schüler und Studenten im Beruf stehen, Abgeordnetensitze und Ministerposten übernehmen, Vorstandsetagen erobern. Sie leben völlig selbstverständlich in zwei Welten, der körperlichen und der virtuellen. Und sie können sich nicht vorstellen, dass die virtuelle Welt kollabieren könnte, das Fenster dorthin seine Magie verliert, die Bildschirme nichts mehr anzeigen und die sozialen Netze zerreißen. Doch nicht die Kraft eines Zaubers hält die digitale Welt am Leben, sondern ein Millionenheer von unsichtbaren Heinzelmänn-

chen. Sie programmieren Datenbanken, Oberflächen und Webserver. Sie warten die Anlagen, tauschen Teile aus und stellen Platinen her. Sie überwachen das Netz, ziehen Kabel und legen Leitungen. Das Internet erscheint uns äußerst robust und vergisst scheinbar nie. Doch da täuschen wir uns. In Wahrheit ist nichts unbeständiger als das Internet: Die Lebensdauer seiner wichtigsten Teile beträgt kaum drei Jahre. Ein gigantischer Strom von Waren muss ständig um die Welt fließen, um das junge virtuelle Universum vor dem Zerfall zu bewahren. Und nicht zuletzt ist diese elektronische Welt unglaublich gefräßig: Bis 2020 werden Handys und Computer rund zehn Prozent der gesamten Stromerzeugung verbrauchen.[1]

Als ich verschiedenen Menschen die Idee zu diesem Buch vorgestellt habe, wollte niemandem so recht einleuchten, dass Wikipedia oder Google oder gar das ganze Internet einfach wieder verschwinden könnten. Aber bei genauer Betrachtung sind diese Wahrzeichen der modernen Welt äußerst unbeständig. Meine These lautet, dass in wenigen Jahrzehnten das Internet mit unserer Zivilisation so fest verflochten sein wird, dass ein Zusammenbruch fatale Folgen haben muss. Das erste Buchkapitel fragt, wie weit das Internet bereits unser Leben durchzieht, das zweite legt die versteckte Infrastruktur des Netzes offen. Das dritte Kapitel untersucht, wie robust die Computertechnologie wirklich ist, und das vierte widmet sich der Frage, ob veröffentlichtes und gespeichertes Wissen überhaupt verloren gehen kann. Der letzte Teil des Buchs entwirft ein Bild der künftigen Entwicklung und begründet, warum ein Zusammenbruch wahrscheinlich ist. Am Ende möchte ich einige Konzepte vorstellen, mit denen sich unser Wissen

und unsere Wissenskultur vielleicht erhalten und ausbauen lassen.

Zunächst geht es aber um die Frage, ob das Internet unsere Kultur bereits in einem Maße durchsetzt hat, dass es kein Zurück auf einen früheren Stand gibt. Oder ist das virtuelle digitale Netzwerk einfach nur eine angenehme Begleiterscheinung des modernen Lebens, auf die man jederzeit wieder verzichten kann?

Um diese Frage zu klären, möchte ich Sarah vorstellen. Sie ist vierzehn Jahre alt und besucht die achte Klasse eines Gymnasiums. Sie hat uns erlaubt, ihr einen Tag lang auf Schritt und Tritt zu folgen, damit wir sehen können, wie sehr das Internet ein unentbehrlicher Bestandteil ihres Lebens ist. Sarah, ihre Eltern und ihre Schule gibt es nicht wirklich, sie sind gewissermaßen Prototypen. Aus vielen Gesprächen mit Schülern, Lehrern und Eltern habe ich den hier zusammengestellten Tagesablauf destilliert.

Am Morgen lässt Sarah sich von ihrem Handy wecken. „Das ist praktisch“, sagt sie. „Das Handy muss sowieso nachts geladen werden, da kann ich es auch gleich als Wecker benutzen.“ Einmal hat sie ihrer Mutter den Handywecker programmiert, aber „die hat nicht gewusst, wie sie ihn abschaltet“. Das Handy plärrte minutenlang „Got to love you …“, weil kein Weckton, sondern die Titelzeile des bekannten Songs von Sean Paul eingestellt war. „Sie hat gedroht, dass sie es ins Klo wirft, wenn ich es nicht ausstelle! Ich habe Tränen gelacht.“

Während Kinder und Jugendliche problemlos mit den Tasten und dem Touchscreen ihrer Handys zurechtkommen, tun sich viele Erwachsene damit immer noch schwer.

„Ich weiß nicht immer auswendig, wo man auf den Bildschirm drücken muss, damit etwas passiert“, sagt Sarahs Mutter. „Im Grunde kann ich nicht kontrollieren, was meine Kinder mit dem Handy machen. Wenn sie ein Programm vor mir verstecken wollen, dann bin ich machtlos.“

Sarah hat ihren Weckton abgestellt und geht erst einmal ins Bad. Als sie sich angezogen hat, läuft sie die Treppe herunter in die Küche. Bereits auf dem Weg hat sie mit einigen Wischgesten auf dem Display ihr Handy entsperrt. Das kleine Gerät ist weiß und hat einen Bildschirm, der fast über die ganze Oberfläche reicht. Sie dreht es um 90 Grad. gegen den Uhrzeigersinn und schiebt mit beiden Daumen das Display hoch. Darunter erscheint eine winzige Schreibmaschinentastatur. „Damit kann man besser tippen“, sagt Sarah. Diesen Typ Handy besitzen nur wenige in ihrer Klasse. Das ist wichtig, denn ungewöhnliche Handys bringen Ansehen. „Die Angeber haben iPhones und iPods“, sagt Sarah. „Julia prahlt sogar damit, dass sie ihr iPhone schon mal mitgewaschen hat und ihre Eltern ihr sofort ein neues gekauft haben.“

Schüler, Jugendliche und junge Erwachsene nutzen ihr Handy nicht nur als Verbindung zur Welt, sondern zugleich als Prestigeobjekt. Ganz oben auf der Liste stehen die Geräte mit dem gut sichtbaren angebissenen Apfel. Danach kommt lange nichts. Auch die Benutzung von angesagten Apps (kleinen Programmen für Smartphones) soll das Ansehen in der Gruppe verbessern. Wer heute etwas gelten will, muss also ein iPad oder iPhone vorweisen, möglichst mit einer ganzen Reihe von „coolen“ Zusatzprogrammen. Bei jungen Erwachsenen sind deshalb die Rechnungen der

Telekommunikationsunternehmen eine der wichtigsten Ursachen für Überschuldung.[2] Viele Unternehmen achten inzwischen darauf, ihren Mitarbeitern die dem jeweiligen Rang entsprechenden Mobiltelefone und -tarife zuzuweisen. Das bringt nicht nur Prestige, sondern kennzeichnet auch den Status des Mitarbeiters im Unternehmen. Nach einer Studie des zum BMW-Konzern gehörenden Instituts für Mobilitätsforschung (IFMO) haben Handys und Tablet-PCs dem Auto den Rang als Prestigeobjekt und Statussymbol abgelaufen[3] – eine bemerkenswerte Entwicklung im Land der Oberklasse-Autos.

Sarah sitzt inzwischen am Frühstückstisch. Sie hält das Smartphone in beiden Händen, während ihre Daumen über die Tastatur fliegen. Über Nacht hat sie sechs SMS bekommen, die sie jetzt beantwortet. Vor der Schule möchte sie auch noch ihre Facebook-Seite durchsehen, weil das von zu Hause aus billiger ist. Ihr Vater hat vor Jahren schon einen WLAN-Router im Haus installiert. Die Abkürzung WLAN steht für Wireless Local Area Network (drahtloses lokales Netzwerk). Wer das Passwort kennt, kann den Telefonanschluss der Familie für den Internetzugang benutzen.

„Ich war erst zehn, als er den Router installiert hat. Er hat damals einen Arbeitskollegen dazu geholt und sie haben zwei Tage gebraucht, bis alles fertig war."

Es ist mühsam, jedes Gerät erst mit einem Kabel an das Telefonnetz anzuschließen, damit es Internetzugang hat. Andererseits ist der Zugang über das Mobilfunknetz langsam und teuer. Deshalb verfügen fast drei Viertel der Haushalte in Deutschland, Frankreich und England heutzutage über ein WLAN.[4]

Auch viele Firmen haben ihre kostspielige interne Netzwerkverkabelung längst durch WLAN ersetzt. Sie nehmen dafür sogar das Risiko in Kauf, dass jemand von außen die Verschlüsselung durchbricht und in das Firmennetz eindringt. Die größere Bequemlichkeit und die geringeren Kosten geben den Ausschlag, nicht zuletzt auch deshalb, weil viele Unternehmensvorstände das Risiko der Industriespionage deutlich unterschätzen. Die Stadt Berlin bietet kostenlose WLAN-Zugänge im Innenstadtbereich an und die Federal Communications Commission (FCC) in den USA hat Anfang 2013 angekündigt, dass sie landesweit einen öffentlichen und kostenlosen WLAN-Zugang etablieren möchte.[5] Das Internet wird immer mehr zu einem unentbehrlichen Teil der modernen Infrastruktur, ähnlich wie Strom oder Wasser.

Die Welt wird geaddet und geliket

Sarahs Schule hat kein WLAN, der Internetzugang von ihrem Smartphone aus würde sie deshalb viel Geld kosten. Ihr Internet-Provider erlaubt lediglich den kostenlosen Zugriff auf eine rein textbasierte Variante von Facebook, das sogenannte Facebook Zero. „Viele posten Bilder bei Facebook, und da schreibe ich gerne einen Kommentar oder ich like die Bilder, wenn sie schön sind. Das geht aber nicht in der Schule, weil Filme und Bilder bei Zero eben fehlen“, erläutert Sarah. Sie hat 295 Facebook-Freunde. Damit liegt sie deutlich über dem Durchschnitt, der bei 130 liegt. „Natürlich höre ich von den meisten kaum was, nur einige wenige sind wirklich aktiv.“

Neue Freunde sind schnell gefunden.

„Im letzten Urlaub in Schottland war ich joggen, und da hat mich ein Mädchen auf Englisch gefragt, woher ich mein T-Shirt hätte. Sie ist Schottin und wohnt auf Skye, wo wir Urlaub gemacht haben. Sie hat mich nach meinem Namen gefragt und mir eine Freundschaftsanfrage geschickt. Ich habe sie natürlich gleich geaddet."

Sarah sagt „ge-addet", vom englischen Wort *to add*. Viele solcher Begriffe wie *like* oder *add* sind ganz selbstverständlich in den Wortschatz der Schüler eingedrungen. Sie bleiben aber nicht als Fremdworte stehen, sondern müssen es sich gefallen lassen, nach den Regeln der deutschen Grammatik gebeugt zu werden. Aus *like* wird *liken*, add verwandelt sich in *adden*, und wie bei jedem urdeutschen Verb heißt es dann: Ich adde, du addest, ich habe geaddet (gesprochen wie ädden, ich ädde)… oder ich like, du likest, ich habe geliket (gesprochen wie „leike, leikst, geleikt"). Die deutsche Sprache ist nicht in Gefahr, von Internetbegriffen vereinnahmt zu werden, im Gegenteil: Sie fängt sie ein und presst sie ohne sichtbare Anstrengung in das Schema der deutschen Grammatik.

Trotz der einfachen Oberfläche ist Facebook für die Nutzer eine durchaus zweifelhafte Segnung. Die eingebaute Datenbank vergisst nichts, kein Benutzer hat das Recht, seine Texte oder Bilder permanent löschen zu lassen. Was einmal gesagt wurde, kann nicht zurückgenommen werden, ein peinliches Bild oder misslungenes Video steht dauerhaft im Netz. Hetz- und Verleumdungskampagnen haben eine durchschlagende Wirkung, weil ihre Vorwürfe, so falsch sie auch sein mögen, immer wieder hervorgeholt werden können. Zwar stellt Facebook auf Antrag Beleidigungen, Drohungen und Hassbekundungen unsichtbar, aber das hat in

der Vergangenheit häufig mehrere Wochen gedauert, lange genug, um die falschen Anschuldigungen wirksam werden zu lassen. Wenn sie erst einmal oft genug kopiert wurden, sind sie nicht wieder zurückzuholen. Ich habe Schüler gefragt, warum sie ihre früher auf den Schulhöfen mündlich ausgetauschten Beleidigungen jetzt auf Facebook schriftlich verbreiten.

„Ihr wisst doch, dass Facebook nichts vergisst." Achselzucken. „So was macht doch jeder. Und ich kann meine eigenen Kommentare immer löschen."

„Nicht wenn sie schon jemand weitergetragen hat. Wenn ihr euch in zehn Jahren um einen Job bewerbt, ist das eventuell immer noch da. Dann seht ihr nicht gut aus."

„Was weiß denn ich, was in zehn Jahren ist?"

In Wahrheit ist es ihnen keineswegs egal. Das Problem liegt auf einer anderen Ebene. Thomas Fischermann und Götz Hamann formulieren das in ihrem kritischen Buch *Zeitbombe Internet* so: „Es geht darum, dass man beinahe Mitglied [bei Facebook] werden muss, um nicht den Anschluss zu verlieren."[6]

Schüler senden sich kaum E-Mails, sie verabreden sich über Facebook. Wichtige Fragen („Kann irgendwer mir sagen, wie ich die Matheaufgabe von heute angehen soll?") werden in den Freundeskreis gepostet. Selbst Schulen und Sportvereine schreiben wichtige Meldungen („Training der Mädchen fällt heute aus!") in Facebook-Gruppen, weil dort fast alle Schüler mehrmals am Tag nachsehen. „Neulich hat meine Freundin mit ihrem Freund das einjährige Jubiläum ihrer Beziehung gefeiert", erzählt Sarah. „Sie haben sich dabei auf den Tag bezogen, an dem sie ihren Facebook-Status von *Single* auf *In einer Beziehung* geändert haben."

Bedeutung des Internets für das soziale Leben: sehr groß

Soziale Netzwerke haben einen großen Teil der Kommunikation innerhalb von Gruppen übernommen. Die Bedeutung der Netze wird in Zukunft eher noch wachsen.

Wer jetzt meint, dass Facebook hauptsächlich bei Schülern beliebt ist, der irrt. Nur etwa 15 Prozent der Nutzer sind zwischen 13 und 17 Jahre alt, während die Altersgruppe von 18–34 mehr als die Hälfte ausmacht. Facebook Inc., die Firma hinter dem Portal, möchte eine Plattform zur Verfügung stellen, auf der sich möglichst viele Menschen kostenlos zum geselligen Austausch treffen, eine Art virtuelles Café. Die Firma verdient ihr Geld jedoch mit Werbeeinblendungen. Facebook hatte Ende März des Jahres 2013 1,11 Milliarden Nutzer, die sich mindestens einmal in Monat einloggen.[7] Das Unternehmen wertet deren Bilder und Texte aus, um sie den Werbekunden als Entscheidungshilfe zur Verfügung zu stellen.[8] Dieses Geschäftsmodell steht allerdings auf schwachen Füßen, denn die stete Erhöhung der Nutzerzahl bringt nur Aufwand, aber keinen Ertrag. Außerdem greift inzwischen die Hälfte der Nutzer vorwiegend von Smartphones auf Facebook zu, dort lässt sich aber wegen des knappen Platzangebots nur wenig Werbung unterbringen. Nun muss jede Firma ihre Kunden zufriedenstellen, und die zahlenden Kunden von Facebook sind nicht die Nutzer, sondern die Käufer der Werbeflächen. Das Portal zeichnet deshalb jede Aktion der Nutzer auf und überlässt die Auswertungen den Werbekunden.

Dies ist eine weitere fast unsichtbare Facette des Internets. Das Erstellen, Betreiben und Anpassen von Webportalen kostet Geld, während die Nutzer kostenlose Unterhaltung erwarten. Also müssen die Anbieter von Inhalten und sozialen Treffpunkten Werbeträger als Kunden gewinnen und ihre Seiten so gestalten, dass die Nutzer nicht verschreckt werden, die Geldgeber aber trotzdem zufrieden sind. Bei Facebook können Werbekunden den Nutzern beispielsweise falsche Freunde unterschieben, die in Wahrheit lediglich für Produkte werben. Selbst seriöse Internetangebote wie *Spiegel online*, *Focus online* oder *Zeit online* müssen Rücksicht darauf nehmen, dass ihr Geld zu 100 Prozent von Werbekunden kommt.

Sarah muss sich beeilen, damit sie rechtzeitig zum Bus kommt. „Der ist sowieso nie pünktlich“, sagt sie, streift ihren Rucksack über und eilt im Sturmschritt aus dem Haus. „Da, siehst du?“, sagt sie triumphierend an der Haltestelle. Sie zeigt auf eine digitale Anzeigetafel unter dem Haltestellensymbol, wo gelb auf schwarz die Ankunftszeiten der nächsten Busse leuchten. „Die Sieben ist schon wieder drei Minuten zu spät.“ Wir haben also noch fünf Minuten und so holt sie nochmals ihr Handy aus dem Rucksack. Sie läuft etwa zehn Meter weiter, um von dem Pulk wartender Schüler wegzukommen. Wenige Sekunden später sehe ich auf ihrem Handy die gleichen Informationen wie auf der Säule. Darüber erscheinen der Name der Haltestelle, die Entfernung (etwa zehn Meter) und die ungefähre Richtung. „Wenn ich mal abends bei einer Freundin bin, muss ich nicht mehr fragen, wann der nächste Bus geht oder wie ich zur Haltestelle komme“, erklärt sie mir. „Ich kann meine Eltern anrufen und ihnen sagen, dass ich in einer halben

Stunde oder so zu Hause bin. Wenn es spät oder dunkel ist, holt meine Mutter mich dann ab."

Sie schiebt das Handy zusammen und steckt es in die Hosentasche ihrer Jeans. „Übrigens kann man auch mit dem Handy bezahlen."

„Und wie geht das?", frage ich.

„Ich muss mich registrieren und ich brauche ein Prepaid [ein Guthaben]. Dann bestell' ich das Ticket über SMS."

„Und wie druckst du das aus?", will ich wissen.

„Ausdrucken?! Das Ticket steht auf dem Display und ich zeige dann das Handy mit dem Ticket beim Fahrer vor. Aber ich brauche das nicht, ich hab' eine goCard."

„goCard?"

„Schülerticket. Ich muss los, mein Bus kommt."

Aktuelle Ankunftszeiten von Bussen im Internet, Handyticket und Anzeige von Richtung und Entfernung der nächsten Haltestelle auf dem Smartphone: Gibt es das wirklich oder habe ich hier die Zukunft vorweggenommen?

Die Stadtwerke Münster bieten diesen Service für den Bereich der Stadt Münster bereits seit Anfang 2012 an. Die entsprechenden Programme (Apps) verteilen die Stadtwerke kostenlos sowohl für das Betriebssystem iOS (Apple) als auch für das Betriebssystem Android von Google, das auf den meisten anderen Smartphones läuft. Münster zählt zwar nur rund 300 000 Einwohner, aber das Nahverkehrsnetz kann sich sehen lassen: Täglich fahren bis zu 160 Busse mehr als 1 000 Haltestellen an. Die Stadtwerke betreiben 18 Tages- und 6 Nachtlinien. Insgesamt muss das System pro Tag etwa 100 000 An- und Abfahrten an den Haltestellen erfassen und steuern. Alle 15 Sekunden werden die Positionen der Busse an die Leitstelle durchgegeben.[9] Bisher

geschieht das über Ortsbaken, kleine Infrarotsender an der Fahrstrecke. Das System ist aber keineswegs perfekt. „Wenn der Bus lange steht, kann es zu Abweichungen kommen. Dann verschwindet die Anzeige des Busses schon einmal von den Anzeigesäulen an den Haltestellen. Im Jahr 2013 soll deshalb die Umstellung der Positionsbestimmung der Busse auf GPS begonnen werden", erläutert mir Petra Willing, die Leiterin der Pressestelle der Stadtwerke Münster.

Bedeutung des Internets im öffentlichen Nahverkehr: mittel, schnell wachsend

Schon in wenigen Jahren wird das Internet das wichtigste Informationsmedium und Zahlungsmittel für den öffentlichen Nahverkehr und für die Bahn sein.

Das Handy als universelles Zahlungsmittel – das ist inzwischen mehr als nur eine Vision. Einige IT- und Finanzkonzerne, wie zum Beispiel die Deutsche Telekom, arbeiten daran, Supermarktkassen mit einer Handyschnittstelle aufzurüsten. Das Stichwort heißt NFC, Near Field Communication (Nahfeld-Kommunikation), ein Übertragungsstandard für den kontaktlosen Austausch von Daten auf Entfernungen von bis zu vier Zentimeter. Das Handy muss dafür unmittelbar an das Bezahlterminal herangeführt werden. Bisher können die Befürworter aber keine ausreichende Sicherheit gegen Missbrauch gewährleisten, sodass die Einführung noch auf sich warten lässt.

So ist es mit einer entsprechenden Ausrüstung möglich, den Bezahlvorgang heimlich mitzulesen, oder persönliche Daten unbemerkt zu stehlen.

Bedeutung des mobilen Internets als universelles Zahlungsmittel: gering, aber schnell wachsend

In ungefähr zehn Jahren wird das Handy die EC-Karte als wichtigstes unbares Zahlungsmittel abgelöst haben.

Das Netz legt sich um Schüler und Lehrer

Sarah kommt aus der Schule. Sie hält mir ihr Handy vors Gesicht.

„Siehst du?“, sagt sie. Das Display zeigt ein Foto. Ein lässig gekleideter Mann von vielleicht dreißig Jahren hält ein Smartphone in der linken Hand und tippt mit der rechten auf das Display.

„Ja und?“, sage ich.

„Unsere Lehrer nehmen inzwischen ihr iPhone oder iPad mit in den Unterricht. Das ist Herr Lohmeyer, er schreibt unsere Zensuren direkt in sein iPhone.“

Wie viele andere auch spricht Sarah von iPhone und iPad, wenn sie Smartphone und Tablet-PC meint. Apple hat es geschafft, die Namen seiner Geräte zu Gattungsnamen zu machen, ähnlich wie aufgeschäumtes Polystyrol fast überall unter dem Handelsnamen *Styropor* bekannt ist.

Lehrer müssen heutzutage die Zensuren nicht mehr ins Notizbuch schreiben, dafür gibt es vorgefertigte Apps, wie beispielsweise *TeacherTool* für die Apple-Welt oder *TeacherApp* für die Konkurrenz unter dem Google-Betriebssystem Android. Bis 2013 nutzen aber nur wenige Pädagogen diese Programme, die meisten arbeiten noch auf

traditionelle Weise. Allerdings bereiten praktisch alle Lehrer den Unterricht mittlerweile mit dem Laptop vor und nutzen im Internet die Lehrerportale der Schulbuchverlage.

„Du hast ihn einfach im Unterricht fotografiert?“, frage ich erstaunt.

„Klar, das macht doch jeder, wenn’s der Lehrer nicht merkt. Wir hatten einmal eine Lehrerin, die uns zeigen wollte, wie man mit Meditation die Muskeln entspannt. Dazu hat sie die Augen zugemacht und ganz komische Bewegungen ausgeführt. Wir haben das natürlich alle fotografiert und gefilmt.“

„Und wenn ihr erwischt werdet?“

„Na ja, dann heißt es erst mal: Handy ausmachen und wegstecken. Manchmal wird das Handy auch einkassiert, dann dürfen wir es nach dem Unterricht im Sekretariat abholen. Für die Unterstufenschüler wird das besonders peinlich, da müssen die Eltern das Handy abholen.“

Bedeutung von Internet und Mobiltelefon in Schulen: sehr groß

Ohne Internet ist ein moderner Unterricht nicht mehr möglich. Ein Ausfall des Internets wäre für Lehrer und Schüler katastrophal – und seine Rolle im Schulalltag wächst sogar noch. Auch in Universitäten geht ohne das Internet nichts mehr.

Fast jedes Mobiltelefon hat eine Kamera. Wichtige und unwichtige, feierliche und profane, hauptsächlich aber peinliche Momente finden so ihren Weg ins Internet. Im Zusammenwirken mit den fest installierten Überwachungskameras sorgen die allgegenwärtigen Handys dafür, dass nahezu jede Lebensäußerung öffentlich wird.

Mitt Romney, der ehemalige republikanische Kandidat für die Präsidentschaftswahlen in den USA, erklärte im Mai 2012 bei einem privaten Spendendinner herablassend: „Das sind 47 Prozent des Volkes, die den Präsidenten [Obama] auf jeden Fall wählen werden. Gut, da gibt es 47 Prozent, die ihn unterstützen, die vom Staat abhängig sind, die glauben, sie seien Opfer, die glauben, die Regierung habe die Verantwortung, sich um sie zu kümmern, die glauben, ihnen stehe Gesundheitsfürsorge, Essen, Wohnung oder sonst was zu.“[10]

Die Rede wurde heimlich mitgeschnitten und im September 2012 veröffentlicht. Romney versuchte die Aussagen zurechtzurücken, aber sie dürften nicht unerheblich zu seiner Niederlage bei der Präsidentenwahl im November beigetragen haben.

„Hat eure Schule eigentlich Informationsveranstaltungen zum Verhalten im Internet oder zu den Gefahren von Handy und Internet abgehalten?“, frage ich Sarah.

„Nein, das ist nie angesprochen worden.“

„Aber du weißt, was ich meine?“

„In Chatrooms nicht zu viel von sich preisgeben, nie die Handynummer oder Adresse im Internet posten, Leute mit zudringlichen Fragen beim Chat sofort melden, nur Freunde annehmen, die man persönlich kennt, am besten nur Prepaid-Verträge für das Handy, nie auf Werbung klicken, nie kostenlose Angebote bestellen, wenn man Name und Adresse angeben muss. Keine illegalen Filme und Musikstücke runterladen oder tauschen.“

Sie sagt das mit leiernder Stimme auf, als hätte sie es auswendig gelernt.

„Woher hast du das?“

„Meine Eltern beten mir das jede Woche vor. Aber ehrlich: Abzocke im Internet ist nur was für Idioten. Wenn jemand irgendwas kostenlos anbietet, warum braucht er dann meinen Namen? Wer ist denn so blöd, dass er darauf reinfällt?“

Manchmal ist Sarah ziemlich unausstehlich.

Die Schulen in Deutschland gehen mit den Themen Computer, Internet, Handy oder Facebook ganz unterschiedlich um. Einige widmen dem Bereich besondere Unterrichtseinheiten, andere überlassen das den Eltern. Eine Mutter aus der Schweiz hat mir berichtet, dass ihre Kinder in der Schule eine eigene Tastaturschulung erhalten haben und die Lehrer Hausaufgaben per E-Mail verschicken. Die Schule weist jedem Lehrer und jedem Schüler dafür eine eigene E-Mail-Adresse zu.

Beim Thema Cybermobbing fährt offenbar jede Schule eine andere Strategie. Manche informieren routinemäßig über die Gefahren und geben Richtlinien für das verantwortungsvolle Miteinander in sozialen Netzen an die Hand, andere reagieren erst auf massive Beschwerden. Eine Lehrerin schrieb mir:

„Schwierig ist, dass Mobbing neuerdings als Kampfbegriff verwendet wird. Wenn A zu B eine blöde Bemerkung macht, rennt B zum Lehrer und sagt: ‚A mobbt mich.‘ Für mich doppelte Arbeit, weil ich bei allem, was die Kinder an mich herantragen, erst mal gucken muss, ob es überhaupt um Mobbing geht. Wenn ja, fängt natürlich die Arbeit erst an, zunächst mit Gesprächen mit den Drahtziehern, eventuell auch ihren Eltern. Setzen von klaren Grenzen, Üben von alternativem Verhalten und Gespräche mit der Klasse, um den Tätern den Boden zu entziehen. Eventuell in der

Klasse ‚Beschützer' gewinnen und so weiter. Ich habe die Erfahrung gemacht, dass man das Problem gut in den Griff kriegt, wenn man sich als Lehrer diese Arbeit macht und sich wirklich einmischt, denn die Kinder können solche Situationen in der Regel nicht allein zufriedenstellend lösen."

Die meisten Kinder und Jugendlichen wissen um die Gefahren des Internets und kennen auch das Problem des Mobbings in sozialen Netzen. Das Thema hat aber eine eher mäßige Bedeutung für sie.

Sarah will nach der Schule in die Stadtbücherei. Sie muss ein Referat schreiben, bei dem es um Hitlers Machtergreifung geht.

„Ich könnte das aus der Wikipedia holen, aber die kennt der Lehrer natürlich auch. Deshalb sollen wir auch andere Quellen suchen. Den meisten ist das zu umständlich, also stellen sie die Wikipedia-Artikel nur um. Aber wenn man eine Eins haben will, dann muss man auch Fakten einbauen, die nicht in der Wikipedia stehen."

Die Bestände der Stadtbücherei lassen sich natürlich auch im Internet durchforsten. Sarah hat sich Hans Mommsens *Aufstieg und Untergang der Republik von Weimar* ausgesucht und will es jetzt abholen.

„Das ist aber ziemlich umfangreich", gebe ich zu bedenken.

„Ich muss nur etwas finden, was nicht in der Wikipedia steht", sagt sie. „Das geht schnell."

Als ich Schüler war, bestand der Büchereiausweis aus weißem Karton, ähnlich wie eine Visitenkarte. Man ging mit den Büchern, die man ausleihen wollte, zum Ausgang, wo eine Mitarbeiterin die Bücher mit dem Rückgabedatum stempelte. Dann nahm sie die Bücherkarte aus dem Buch

und fotografierte sie zusammen mit dem Ausweis auf Mikrofilm. Manchmal musste man mit seinem Bücherstapel ziemlich lange warten, weil vor den wenigen Ausgängen lange Schlangen standen. Heute ist das einfacher. Sarahs Büchereiausweis hat Form und Größe der EC-Karte, und sie bucht ihre Bücher selbst ein. Neben dem Ausgang steuert sie eine etwa drei Meter breite und 50 Zentimeter tiefe waagerechte Holzplatte an, die in die Wand eingelassen ist. Zwei Sichtschutzscheiben, groß wie ein Zeichenblock, unterteilen die Platte in drei Ausleihstationen. An jeder davon ist in die Holzplatte ein quadratisches, dunkel umrahmtes Reaktionsfeld von der Größe eines DIN-A4-Blatts eingelassen. In die Wand dahinter ist ein Touchscreen eingebaut. Sarah legt ihren Ausweis auf das Reaktionsfeld und wartet, bis auf dem Bildschirm ihr Name erscheint. Dann tippt sie das Feld *Ausleihen* an und legt ihr Buch auf das Reaktionsfeld. Am Schluss tippt sie *Beenden* und nimmt als Beleg einen Ausdruck mit, auf dem die entliehenen Bücher aufgeführt sind. Ist das Verfahren besser als das frühere? Ehrlich gesagt, ich weiß es nicht. Es braucht sicher weniger Personal und die zentrale Datenbank kann immer nachhalten, wer welches Buch ausgeliehen hat.

Bedeutung des Internets für Bibliotheken: groß

Heute muss jeder Bibliotheksbenutzer seine ausgeliehenen Bücher selbst registrieren. Vielerorts kann man E-Books und Filme direkt über das Internet ausleihen. Die Universitätsbibliotheken gewähren über Internet direkten Zugang zu Zeitschriften oder E-Books. Die Bedeutung des Internets für Bibliotheken wird noch weiter wachsen.

„Erwarten deine Eltern dich nicht zum Mittagessen?“, frage ich Sarah.

„Ich hab ihnen eine SMS geschickt, dass ich später komme.“

Natürlich. Mit dem Handy ist man nie außer Reichweite. Ich vergesse das manchmal.

Das allgegenwärtige Netz

Sarah schreibt ihr Referat zu Hause am PC. Sie hat den Rechner von ihrem Vater übernommen. „Er arbeitet nur noch mit seinem Laptop“, erklärt sie mir. Für die Schule braucht sie Microsoft Word, Excel und PowerPoint. Zwar hat sie nie gelernt, mit zehn Fingern zu schreiben, aber sie tippt trotzdem bemerkenswert schnell und korrekt. Praktisch alle Haushalte mit Schulkindern haben wenigstens einen PC. Deshalb können Lehrer heutzutage ohne Weiteres verlangen, dass Referate am PC erstellt werden. Nach einer Studie des Bundesverbandes Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. (BITKOM)[11] beherrschen die meisten Schüler in Sarahs Alter die wichtigsten Office-Programme (Tab. 1.1). Dabei schneiden Mädchen keineswegs schlechter ab als Jungen. Der Umgang mit Rechnern bedeutet aber nicht, dass die Kinder auch lernen, wie man programmiert. Nur eine kleine Minderheit kann Programme erstellen oder Webseiten gestalten.

Nachdem Sarah ihr Referat geschrieben hat, muss sie den Hund der Familie spazieren führen. Eigentlich tut sie das gerne, auch wenn sie manchmal lieber in Facebook chatten würde. Tristan, der freundliche und etwas träge

Tab. 1.1 Rechnernutzung bei Schülern. (Quelle: BITKOM-Studie Jugend 2.0, 2011)

Fähigkeiten	Jungen (%)	Mädchen (%)
Ins Internet gehen	94	94
E-Mails versenden	79	86
Textdokumente erstellen und bearbeiten	76	85
Lernprogramme nutzen	77	80
Fotos bearbeiten	61	73
Tabellen erstellen und bearbeiten	61	65
CDs/DVDs brennen	63	55
Präsentationen erstellen und bearbeiten	57	60

Labradorrüde, läuft neben ihr her zu dem kleinen Waldstück, das die Umwandlung des Ackerlandes in ein Baugebiet vor fünfzehn Jahren wunderbarerweise überlebt hat. Vor einer großen Buche trifft sie zwei abenteuerliche Gestalten, einen Mann und eine Frau mit einer alpin wirkenden Kletterausrüstung. Nur wohnt Sarah in der norddeutschen Tiefebene, wo Kirchtürme als die höchsten Erhebungen gelten dürfen. Kein Alpinist würde hier auf die Idee kommen, Buchen als Übungsgelände zu missbrauchen. Die beiden Kletterer sind aus Sarahs Sicht schon ziemlich alt, sie schätzt sie auf 23 bis 27 Jahre. Sie sieht eine Weile zu, bis die Frau sie anspricht: „Du möchtest sicher wissen, was wir hier tun.“

Sarah wird rot, denn eigentlich will sie anderen Leuten nicht so aufdringlich zuschauen, aber das hier ist einfach zu ungewöhnlich.

„Eigentlich schon.“

„Hier ist ein Cache versteckt. Wir haben ihn gerade gefunden und wieder aufgehängt."

„Was ist ein Cache?", fragt Sarah.

„Ein Cache? Ich zeig's dir." Die Frau geht einige Meter den Waldweg entlang und zeigt an der Buche hoch. „Wenn du nach oben siehst, in etwa 20 Metern Höhe, da ist er."

Sarah blickt am Stamm hoch.

„Der Cache ist eine Plastikdose." Und tatsächlich: An einem Bindfaden ganz hoch oben hängt eine weiße Vorratsdose am Stamm der Buche herab.

„Dafür sind Sie hochgeklettert? Was ist denn da drin?"

„Ein kleines Notizbuch und ein Stift. Man trägt sich da ein. Manchmal sind auch kleine Souvenirs in den Dosen. Du darfst mich mit *du* anreden. Ich bin Studentin. Wenn jemand *Sie* zu mir sagt, komme ich mir vor wie meine eigene Lehrerin."

„Und dafür machen Sie, ich meine, macht ihr euch die ganze Mühe?"

„Das ist ein Sport, ein Hobby – Geocaching. Da sind an den erstaunlichsten Orten kleine Dosen versteckt, die man finden muss. Die genauen Koordinaten, zum Beispiel 52° 24,67' Nord und 7° 35,89' Ost, kann man im Internet finden, bei geocache.com oder opencache.de. Viele entdeckt man nur, wenn man ein Rätsel löst, oder man hat ‚Multicaches', da liegt im ersten Cache dann das Rätsel, das zum zweiten führt und so weiter. GPS zeigt nur einen Bereich von etwa zehn Metern an. Es hätte also diese Buche sein können oder auch einer der Nachbarbäume. Eine verschlüsselte Anleitung zeigt dann, wo man genau suchen muss. Meist versteht man das erst, wenn man vor Ort ist.

Zum Glück haben wir den Cache aber schon gesehen, bevor wir hochgeklettert sind."

„Mein Handy hat GPS."

„Dann sieh doch im Internet einfach nach, wo hier die nächsten Caches sind. Du kommst dabei zu den ungewöhnlichsten Orten. Die meisten davon sind richtig schön, romantisch oder wenigstens erstaunlich."

Tristan stupst sie in die Seite. Er hat längst gerochen, dass die beiden Geocacher nichts Essbares im Rucksack haben, und deshalb möchte er jetzt weiter. Seine erdige und feuchte Schnauze hinterlässt einen dunklen Fleck auf Sarahs Jeans.

„Tristan, lass das! Wie seh' ich denn jetzt aus!" Tristan hört seinen Namen und wedelt freudig mit dem Schwanz.

„Ich muss weiter", sagt Sarah. „Vielen Dank für die Erklärungen."

Geocaching ist ein Hobby, das mit der Verbreitung von Internet und GPS-Empfängern überhaupt erst möglich wurde. GPS steht für Global Positioning System. Das amerikanische Verteidigungsministerium hat das System in den neunziger Jahren aufgebaut. Es beruht auf einem Netz von 24 Satelliten, die ständig ihre aktuelle Position und die genaue Uhrzeit senden. Durch den Vergleich der Signale von mindestens vier Satelliten können GPS-Empfänger ihre eigene Position auf zehn Meter genau bestimmen. Für militärische Zwecke besitzt das System einen überragenden Vorteil: Wer seine Position bestimmen will, muss kein eigenes Signal senden, der Empfang der Satellitendaten reicht aus. Damit können sich die Einheiten orientieren, ohne ihre Stellung zu verraten.

Allerdings reservierten die Militärs ihr System zunächst für eigene Zwecke und bauten für alle anderen eine künstli-

che Signalverschlechterung ein. Dies führte dazu, dass zivile Nutzer ihren Standort nur auf einige Hundert Meter genau feststellen konnten und mit jeder normalen Vermessungskarte besser bedient waren. Erst am 2. Mai 2000 hoben die Betreiber diese Beschränkung auf.

Schon am ersten Tag nach der Freigabe des unverzerrten Signals vergrub der Amerikaner Dave Ulmer einen Plastikeimer als ersten Stash (englisch für *verborgenes Vorratslager*). Das Wort Stash bezeichnet im Englischen auch ein Drogenversteck, weshalb die Gefäße heute als Cache oder Geocache bezeichnet werden. Die Idee verbreitete sich sehr schnell um die Welt und heute gibt es allein in Deutschland mehr als eine Viertelmillion solcher Schatzkästchen. Geocacher sehen sich in ihrer Mehrzahl als Naturfreunde. Sie mögen es nicht, wenn für den Cache beispielsweise ein Loch in die Erde gegraben oder gar eine Höhlung in einen lebenden Baum geschnitzt wird. Weil Geocaches auch an unerwarteten Orten liegen, sollen sie ausdrücklich gekennzeichnet sein. Sonst kann es beispielsweise geschehen, dass der Kampfmittelräumdienst einen Geocache als mögliche Bombe ansieht und in Stücke schießt.[12] Auch die Jäger sind nicht unbedingt begeistert. „Der Wald wird zum Freizeitpark“, meinte einer. Und der Bund Naturschutz sieht es nicht gerne, wenn Geocaches in Landschaftsschutzgebieten versteckt werden, zum Beispiel in Baumhöhlen oder sogar in Nestern.[13] Oft genug stoßen Geocacher auf Misstrauen bei normalen Spaziergängern, wenn sie stundenlang ein Waldstück absuchen, weil der Cache zu gut versteckt ist. „Muggles“ heißen solche ahnungslosen Nicht-Cacher im Jargon. Geochaching zeigt, wie selbstverständlich heute Naturerlebnis, Mobilfunk, GPS und Internet verbunden

werden. In Zukunft wird das vermutlich noch wichtiger werden. GPS und Handy geben den Menschen das Gefühl, auch in der Wildnis nie weit von der Zivilisation entfernt zu sein und immer einen verlässlichen Wegweiser zu haben – solange der Akku Strom liefert.

Beim Abendessen frage ich Sarahs Familie, ob sie auf Internet und Handy verzichten könnten. Die Mutter arbeitet 19 Stunden in der Woche bei einer Versicherung, wo sie Schadensfälle bearbeitet. Ihren Schreibtisch teilt sie sich mit zwei anderen Angestellten.

„Ich kann zwei Tage in der Woche zu Hause arbeiten, solange ich erreichbar bin. Ob ich meinen Laptop und mein Handy von zu Hause betreibe oder vom Büro aus, ist im Grunde egal. Wir müssen uns nur absprechen, wann wir erreichbar sind. Andererseits wird auch erwartet, dass ich alles sofort aufnehme und weiterleite, ganz gleich, wie spät es ist. Wenn man immer per Handy erreichbar ist, hat man keine Freizeit mehr. Aber trotzdem: Ohne Internet und Handy ist die Arbeit nicht zu schaffen. Wenn ich darauf verzichten sollte, dann müssten die Anforderungen gesenkt werden."

Ich frage Sarahs Mutter, ob sie das Internet intensiv nutzt.

„In das Firmennetz kann ich mich von überall aus einloggen, zum Beispiel wenn ich einen Schaden beim Kunden aufnehme. Und ich bestelle viel im Internet. Andererseits hat eine Freundin von mir beim Onlinebanking 2 000 Euro verloren. Sie hatte einen Virus auf dem Rechner, der die Verbindung zur Bank manipuliert hat. Wir lehnen Onlinebanking bisher ab."

Ich frage Sarahs Vater. Er ist Philosophieprofessor an der Universität.

„Das Internet ist Teil unseres Lebens geworden. Manche Wissenschaftler sagen, dass wir in einer Wissensgesellschaft leben, andere sprechen von einer Informations- oder Netzwerkgesellschaft. Bei uns hat die Arbeit dadurch eher zugenommen. Organisationsaufgaben und Schreibarbeiten muss jeder für sich selbst erledigen. Sekretärinnen gibt es kaum noch. Nicht jedem liegt das.

Das Internet bietet unendliche Möglichkeiten, aber daraus entstehen nicht nur Freiheiten, sondern auch Verpflichtungen. Sie können beispielsweise während Ihrer Arbeitszeit das Büro verlassen und im Café arbeiten. Auf der anderen Seite wird aber erwartet, dass Sie auch in der Freizeit arbeiten, eben weil das jetzt möglich geworden ist. Der Arbeitsort wird beliebig, die Arbeitszeit fasert aus. Die starre Einteilung in Beruf, Freizeit und Familie zerfällt. Die Menschen werden eine neue Arbeitskultur entwickeln müssen."

Ich versuche, ihn wieder auf das ursprüngliche Thema zu bringen.

„Könnten Sie ohne Internet arbeiten?"

„Nein, ich glaube nicht. Heutzutage wird so viel veröffentlicht, dass ich selbst die wichtigen Arbeiten nur finden und lesen kann, weil ich sie online bekomme. Auch die Studenten können jetzt viel einfacher recherchieren. Früher waren die gängigen Lehrbücher stets entliehen. Wenn ich ein Thema für eine Hausarbeit gestellt habe, dann haben sich einige wenige gleich die wichtigsten Bücher gesichert, die übrigen mussten sehen, wie sie an die nötige Literatur kamen. Heute sind fast alle Standardwerke online verfügbar. Ohne Internet wäre der heutige Universitätsbetrieb nicht mehr möglich."

Bedeutung des Internets für das Arbeitsleben: sehr hoch

Nahezu alle großen Firmen, der öffentliche Dienst und sämtliche Bildungseinrichtungen wickeln ihre interne und externe Kommunikation über das Internet ab.

Inzwischen ist es dunkel geworden. Sarah fragt mich: „Kennst du Google Sky Map?“ Sie nimmt ihr Handy und lotst mich in den Garten der Familie. Draußen ist es klar, und den helleren Sternen gelingt es, das diffuse Licht der vielen Straßenlampen zu durchdringen.

Sarah hält das Handy gegen den Himmel und wir sehen ein Abbild der fernen Sterne auf dem Display. Sie schwenkt das Handy und die Sterne auf dem Display wandern mit. Sie hält das Handy vor die markante Deichsel des Großen Wagens. Auf dem Display erscheinen helle Punkte, verbunden mit Linien und dem Namen des Sternbilds. Ich denke daran, wie ich mir in Sarahs Alter die Sternbilder selbst eingeprägt habe. Damals hatte ich ein Astrolabium aus Pappe und ein kleines Heftchen für Kinder mit fantasievollen Darstellungen der Sternbilder.

„Eindrucksvoll!“, sage ich. Sarah strahlt.

„Zu deiner Frage – ohne Internet und Handy, das kann ich mir kaum vorstellen. Aber ich glaube, ich käme klar … Ihr habt das schließlich auch geschafft, oder?“

Unter den 14- bis 29-Jährigen können sich neun von zehn ein Leben ohne Internet nicht vorstellen. Unter den 30- bis 49-Jährigen sind es immer noch acht von zehn. Handys erscheinen ihnen ähnlich bedeutsam (83 und 76 Prozent).

Das ergab eine Umfrage von BITKOM zum Thema Netzgesellschaft im Jahre 2011. In der jüngeren Gruppe glaubte dagegen jeder Zweite, auf Bücher durchaus verzichten zu können.[14]

Wir haben mit dem Internet eine virtuelle Welt geschaffen, die sich unaufhaltsam in die wirkliche Welt hineinfrisst. Unter dem Vorwand, mehr Komfort zu erzeugen, nimmt sie uns Entscheidungen ab und kontrolliert unser Handeln. Mehr denn je sind die Menschen eingebunden in ein gigantisches Netz, aus dem es kaum ein Entkommen gibt. Wer nach 1990 geboren wurde, zählt sich zu den „Digital Natives“, den eingeborenen Bewohnern der virtuellen digitalen Welt. Sie ist dieser Generation ebenso vertraut wie die körperliche Welt und ihre Existenz erscheint ihr natürlich und ewig. Aber die virtuelle Welt wurde von Menschen erschaffen und sie existiert nur, solange sie von Tausenden unsichtbarer Hände instand gehalten wird. Ohne Wartung zerfällt sie in wenigen Jahren. Ohne elektrischen Strom würde sie sogar augenblicklich erlöschen. In Wahrheit ist sie eine dauerhafte Illusion, allein aufrechterhalten von einem ständigen Zufluss an Energie und Material.

2 Der Unterbau der Informationsgesellschaft

Noch nie in der Geschichte der Menschheit hat es eine Zivilisation mit einer so umfangreichen Infrastruktur gegeben wie heute. Damit möchte ich nicht behaupten, dass wir die Ersten sind, denen es eingefallen ist, Straßen und Wasserleitungen zu bauen. Durch das römische Imperium zogen sich Tausende Kilometer gepflasterter Straßen. Sie waren so sorgfältig konstruiert, dass Teile davon noch immer erhalten sind. Ebenso herausragend war die römische Wasserbaukunst. Alle großen Städte wurden mit Wasserleitungen versorgt, die mehrere Hundert Kilometer lang sein konnten. Nach dem Zerfall des Imperiums gab es mehr als tausend Jahre lang kein Reich in Europa, das ein auch nur annähernd so perfektes Netz von Wegen und Versorgungsleitungen aufbauen konnte. Erst im 19. Jahrhundert, also fast 1 400 Jahre nach dem Ende des Römischen Reichs, begann der Aufbau der europäischen Infrastruktur im großen Stil (Abb. 2.1).

Immanuel Kant (1724–1804), der große Philosoph der Aufklärung, musste ohne Strom und Telefon auskommen. Er hatte auch kein fließendes Wasser im Haus. Das Fehlen von geteerten oder geschotterten Landstraßen

T. Grüter, *Offline!*, DOI 10.1007/978-3-642-37737-2_2,

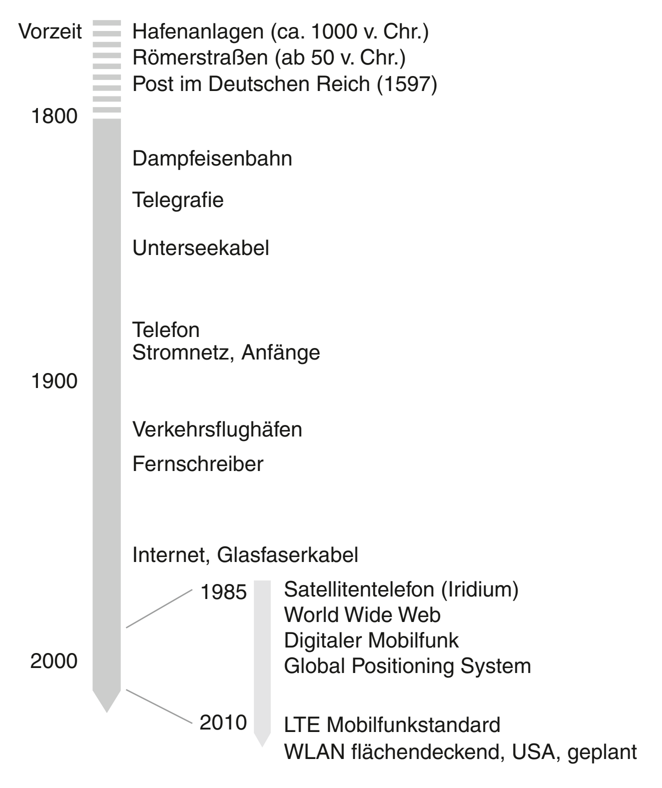


Abb. 2.1 Zeitachse der wichtigsten Infrastrukturen. (© Thomas Grüter)

wird ihn nicht gestört haben; er hat fast sein ganzes Leben in Königsberg verbracht. Johann Wolfgang von Goethe (1749–1832) sah immerhin schon die Anfänge der Eisenbahn, wenn auch nur in England. Erst drei Jahre nach seinem Tod fuhr die erste deutsche Dampflokomotive, der berühmte „Adler", von Nürnberg nach Fürth. Auch Sherlock Holmes benutzte die Eisenbahn, als er Ende des 19.

Jahrhunderts nach Dartmoor fuhr, um den berühmten *Hund der Baskervilles* ausfindig zu machen. Sein Zimmer in der Baker Street hatte aber noch keine elektrische Beleuchtung. Es war die Zeit des Gaslichts, das die Straßen und Häuser von London nachts in einen gelblichen Schein tauchte. Die Stromnetze verbreiteten sich erst zu Anfang des 20. Jahrhunderts. Als Albert Einstein geboren wurde, begann gerade die Erzeugung von Strom im großen Maßstab, und als er starb, waren alle Industriestaaten mit einem flächendeckenden Stromnetz überzogen.

Warum entdeckten die Europäer gerade im 19. Jahrhundert die Bedeutung der zentralen Versorgung mit Wasser und Strom? Damals hatte die Bevölkerung sehr stark zugenommen und immer mehr Menschen drängten sich in den engen Städten. Regelmäßig zogen Seuchen quer durch Europa und hinterließen eine Spur von Angst und Tod. Langsam setzte sich die Erkenntnis durch, dass sauberes Wasser ein gutes Mittel gegen Cholera und Typhus war. Außerdem verbesserte eine geregelte Abwasserentsorgung die Lebensqualität.

Zwei Beispiele: Im heißen Sommer des Jahres 1858 begann die Themse in London unerträglich zu stinken, weil die ständig überlaufenden Sickergruben Unmengen von Fäkalien in den Fluss schwemmten. Dieses Ereignis ist als „The Great Stink" in die Londoner Stadtgeschichte eingegangen. Zwar gab es vorher bereits Pläne für eine Kanalisation, aber sie waren dem Stadtrat zu teuer gewesen. Das britische Parlament erwog bereits einen Umzug flussaufwärts, als heftige Regengüsse den Ausdünstungen ein gnädiges Ende bereiteten. Joseph Bazalgette, der Chefingenieur des Metropolitan Board of Works, entwarf und errichtete bis 1875 ein genia-

les System von unterirdischen Abwasserkanälen, das noch heute das Rückgrat der Londoner Kanalisation bildet.

In der westfälischen Stadt Münster war das Brunnenwasser im 19. Jahrhundert so stark mit Schwefelwasserstoff verseucht, dass es widerlich nach faulen Eiern roch und schmeckte. Das lag nicht zuletzt an dem ungesunden Faulschlamm, der den Boden vieler Brunnen bedeckte. Eine zentrale Versorgung mit frischem Wasser aus guten Quellen hätte Abhilfe geschafft. Es dauerte jedoch bis 1880, bis die Münsteraner Stadtväter sich dazu entschließen konnten. Bis 1910 ließen sie eine Frischwasserversorgung und eine unterirdische Kanalisation für die Abwässer bauen. Auch die meisten anderen deutschen Städte erhielten erst am Ende des 19. Jahrhunderts eine zuverlässige Versorgung mit Trinkwasser.

Die Einführung des elektrischen Stroms verlief anfänglich etwas schleppend. In Münster wie in vielen anderen Städten war Strom gegen Ende des 19. Jahrhunderts viel zu teuer, um das für Beleuchtung, Warmwasser und Kochstellen benutzte Stadtgas zu ersetzen. Das Stromnetz diente zunächst nur zum Betrieb der städtischen Straßenbahnen. Das war aber keineswegs die erste Anwendung der Elektrizität. Im Jahr 1800 hatte der italienische Naturwissenschaftler Alessandro Volta die erste Batterie erfunden, die sogenannte Voltasche Säule. Die Leistung der Säulen war noch zu schwach, um schwere Maschinen zu treiben. Immerhin stand jetzt den Wissenschaftlern in aller Welt Elektrizität zum Experimentieren zur Verfügung. Anfangs wurde sie zum Beispiel zur Elektrolyse genutzt und gab der Chemie, die sich gerade von der Alchemie abgenabelt hatte, entscheidende Impulse. Zum ersten Mal konnten Natur-

forscher unedle Elemente in reiner Form gewinnen. Zunächst waren das noch akademische Übungen, aber schon bald entstand daraus die chemische Industrie.

Zugleich erkannten die Wissenschaftler, dass sich Stromimpulse in Kupferleitungen über weite Entfernungen beinahe ohne Zeitverlust ausbreiteten. Damit eröffneten sie eine völlig neue Ära der Informationsübertragung. Anfang der dreißiger Jahre des 19. Jahrhunderts entstanden die ersten elektrischen Telegrafenstrecken. Jetzt konnte man verzögerungsfrei Nachrichten von einer Stadt in die andere schicken. Die dadurch bewirkte Revolution des Nachrichten- und Meldewesens kann man sich kaum gewaltig genug vorstellen. Innerhalb von nur 20 Jahren entstand in Europa ein dichtes Netz von Telegrafenleitungen. 1858 ließ der amerikanische Geschäftsmann Cyrus W. Field das erste transatlantische Unterseekabel verlegen. Es funktionierte nur einige Monate, aber viele weitere Kabel folgten in kurzem Abstand. Zur Übertragung von Energie in großem Maßstab war die Elektrizität aber noch nicht geeignet. Erst 1866 erfand Werner von Siemens den Dynamo, der aus mechanischer Bewegung im großtechnischen Maßstab Elektrizität erzeugen konnte.

Das Telefonnetz entstand nicht lange nach dem Bau der ersten Telegrafenstrecken. Im Jahr 1863 stellte Philipp Reis in Deutschland den funktionierenden Prototyp eines Telefons vor. Er bewies damit das Arbeitsprinzip, aber seine Konstruktion war nicht markttauglich. Erst 1876 begann Alexander Graham Bell in den USA mit der Herstellung eines wirklich brauchbaren Apparats. Seit ungefähr 1880 verbreitete sich der Fernsprecher auch in Deutschland sehr schnell, und bereits fünfzig Jahre später waren Millionen

Kilometer Telefonleitungen in Deutschland verlegt. Das heißt aber nicht, dass die Welt bereits perfekt verbunden gewesen wäre. Zwischen den Regierungen der USA und der Sowjetunion (heute Russland) existierte bis 1962 keine direkte Telefonverbindung. Erst nachdem die Kubakrise im Jahr 1961 die Welt an den Rand eines Atomkriegs gebracht hatte, wurde ein sogenannter „heißer Draht" eingerichtet. Anders als vielfach dargestellt, war das kein rotes Telefon auf dem Schreibtisch des Präsidenten, sondern lediglich ein Fernschreiber im Keller des Weißen Hauses.

Die enorme Verbreitung der Mobiltelefone blieb dem letzten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts vorbehalten. Heute hat jeder Bundesbürger im Durchschnitt mehr als ein Handy. Der universelle Anschluss von Mobilgeräten an das Internet setzte sich erst zu Beginn des 21. Jahrhunderts durch.

Wie sehr unsere Zivilisation von den Lebensadern Wasser und Strom abhängt, lässt sich in etwa an den Leitungslängen ablesen. Die folgende Tabelle zeigt einige Beispiele (Eigenangaben der jeweiligen Stadtwerke, Tab. 2.1).

Insgesamt liegen in Deutschland mehr als eine Million Kilometer öffentliche Stromleitungen, davon 36 000 Kilometer Höchstspannungsleitungen und 75 000 Kilometer Mittelspannungsleitungen. Eine Million Kilometer – das sprengt jede Vorstellung. Man könnte die Erde am Äquator damit 25-mal einwickeln. Und das ist nur das deutsche Netz! Übrigens: Die meisten öffentlichen Stromkabel haben keine Kupferseelen mehr, sie bestehen aus Aluminium. Kupfer leitet zwar besser, ist aber zu teuer geworden.

Wasser muss im Gegensatz zu Strom nicht nur zu den Wohnungen geführt werden, es muss – ebenso wie

Tab. 2.1 Länge der Strom- und Wassernetze in einigen Städten

Stadt	Stromnetz in Kilometern	Wassernetz in Kilometern
Münster	3511	1086
München	12000	3200
Bochum	4195	1162
Dresden	4337	2391
Karlsruhe	2801	914
Kassel	2424	1030
Wien	22600	3000

Regenwasser – auch wieder abgeleitet werden. Deshalb sind in Deutschland ungefähr 540 000 Kilometer kommunale Abwasserrohre verlegt, auf privaten Grundstücken noch einmal das Doppelte. Dies entspricht viermal der Strecke von der Erde zum Mond.

Nach dem Zweiten Weltkrieg waren einige deutsche Städte so weit zerstört, dass es möglich gewesen wäre, sie nach den Regeln des modernen Städtebaus völlig neu zu errichten. Die alten engen und krummen Gassen hätten sinnvoll geführten Straßen weichen können. Nur wenige Städte haben solche Pläne umgesetzt, denn die unterirdischen Leitungsnetze hätte man ebenfalls neu verlegen müssen. Das hätte lange gedauert und viel Geld gekostet. In der Zeit unmittelbar nach dem Krieg waren Zeit und Mittel aber knapp, die Menschen brauchten dringend warme Wohnungen, intakte Büros und arbeitsfähige Fabriken. So hat letztlich der Verlauf des unsichtbaren Netzes der Versorgungsleitungen den Straßenplan des Wiederaufbaus diktiert.

Normalerweise machen wir uns nicht klar, dass wir in einer vollständig künstlichen Umwelt leben. Selbst für unsere Grundbedürfnisse Wasser und Nahrung greifen wir auf ein großflächig organisiertes Infrastrukturnetzwerk zurück. Die Wasserpumpen arbeiten nur, wenn sie mit Strom versorgt werden, und auch der Transport und die Verteilung von Nahrungsmitteln würden ausfallen, wenn für einige Tage keine elektrische Energie verfügbar ist. Damit gehört auch die ständige Verfügbarkeit elektrischer Energie indirekt zu den Grundbedürfnissen des modernen Menschen. Ähnliches gilt für Gas: Sollte der internationale Transport von Erdgas stocken, würden Millionen von Menschen in Deutschland frieren. Die folgende Tabelle zeigt, in welchen Größenordnungen die Infrastrukturnetzwerke heutzutage in Deutschland organisiert sind (Tab. 2.2).

Tab. 2.2 Organisationsebene der Infrastrukturen

Struktur	lokal	regional	national	über-national	welt-weit
Straßennetz		x	x	x	
Schienennetz	x	x	x	x	
Luftverkehr			x	x	x
Wasser/Abwasser	x	x			
Erdgas			x	x	
Strom		x	x	x	
Post			x	x	x
Telefonie			x	x	x
GPS					x
Internet					x

Vor 40 Jahren konnte sich in Europa und den USA niemand mehr ein Leben ohne Heizung, fließendes warmes Wasser, Telefon und elektrischen Strom vorstellen. Das hat sich nicht geändert, es ist sogar noch einiges hinzugekommen. Heute halten es die meisten Menschen für selbstverständlich, dass man von jedem zivilisierten Ort der Welt aus mit dem Mobiltelefon überall anrufen kann und Zugang zum Internet hat.

Wie stabil aber ist die künstliche Umwelt, die wir uns errichtet haben? Wir können das nicht aus der Geschichte lernen, denn es hat nie zuvor eine derart eng vermaschte und großflächig organisierte Infrastruktur gegeben. Die scheinbar sichere Stromversorgung kann aber durchaus einmal ausfallen. Ein Beispiel:

Wehe, wenn der Strom ausfällt

Was wirklich geschieht, wenn der Strom für mehr als einen Tag ausbleibt, haben viele Menschen im Münsterland Ende November 2005 am eigenen Leib erfahren. Ich möchte hier einem Ehepaar die Gelegenheit geben, zu erzählen, was es damals erlebte. Stefan und Julia (sie heißen nicht wirklich so, ich habe ihre Namen geändert) haben in einer Bauerschaft in der Nähe des Orts Nordwalde ein Haus gekauft. Es steht allein und ist nur von Wiesen und Ackerland umgeben. In Westfalen drängen sich die Bauernhöfe nicht zu Dörfern zusammen, vielmehr wohnen die Bauern inmitten ihrer Weiden und Äcker. Ihr nächster Nachbar lebt also einige Hundert Meter entfernt, das Wasser kommt zwar aus dem Netz der Gemeinde Nordwalde, aber das Abwasser

müssen sie selber klären. Der Strom wird über eine Leitung auf Holzmasten geleitet, die an der einspurigen Straße entlangführt, mit der die Bauernhäuser verbunden sind. Weder Stefan noch Julia hat einen landwirtschaftlichen Hintergrund, sie sind Akademiker, verstehen sich aber aufgrund ihrer zupackenden Art gut mit den Nachbarn. An jenem Freitag, als der Strom ausfiel, war Stefan alleine zu Hause. Er hatte eine Stelle als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Münster, Julia arbeitete für eine Unternehmensberatung bei einem Kunden in Frankfurt.

„Ich war mittags bei einem Nachbarn zum Grünkohlessen eingeladen, und als ich am frühen Nachmittag nach Hause fuhr, hatte es bereits eine ganze Zeit geschneit und gestürmt. Der Schnee war dick und pappig, die Temperatur lag um null Grad."

Der Wetterdienst sollte später festhalten, dass an diesem Tag zwischen 15 und 40 Zentimeter Schnee fiel. Das flache Gelände setzte dem Wind kaum Widerstand entgegen, und so entstanden große Schneeverwehungen.

„Der Straßengraben war zugeweht und ich konnte den Weg kaum noch erkennen", berichtet Stefan. „Straße und Felder waren zu einer weißen Ebene verstrichen und ich musste mich an den Masten der Stromleitung orientieren, um sicher nach Hause zu kommen."

Julia war zu dieser Zeit am Frankfurter Flughafen und wartete auf den Aufruf ihres Fluges nach Münster, genauer gesagt, zum Flughafen Münster/Osnabrück.

„Wir hatten schon den Bus zum Flugzeug bestiegen, als die Durchsage kam, der Flughafen Münster/Osnabrück könne wegen des extremen Wetters nicht angeflogen werden. In Frankfurt schneite es nicht, und alle waren

verständlicherweise ärgerlich, denn es ist extrem schwierig, am Freitagnachmittag einen Zug nach Münster zu bekommen. Ich versuchte Stefan mit dem Handy zu erreichen, aber die Verbindung brach gleich wieder ab. Etwas später rief mich eine Freundin an, die mir von Stefan ausrichtete, ich solle mir in Frankfurt ein Zimmer nehmen, im Münsterland herrsche Verkehrschaos. Aber ich hatte die ganze Woche beim Kunden zugebracht und wollte unbedingt nach Hause."

Stefan erzählt: „Mein Handy war ausgefallen und mein Festnetztelefon brauchte eine Steckdose. Also nahm ich Julias ‚Clio' und fuhr drei Höfe weiter zu einem befreundeten Nachbarn, der vielleicht ein andere Basisstation erreichen konnte. Seine Frau versprach mir, Julia anzurufen. Ich wollte mein Haus nicht unbewacht lassen und fuhr gleich zurück. Die Straße war kaum zu sehen und ich habe den Auspufftopf irgendwo krachend auf einen Stein gesetzt. Ich konnte weiterfahren, aber der Topf hatte ein Loch. Na ja, das war wohl einfach Pech."

Julia erzählt: „Mit einiger Mühe konnte ich einen Platz im völlig überfüllten Zug nach Köln ergattern. Da saß ich erst mal fest, denn der Fahrplan für Züge in den Norden war völlig zusammengebrochen. Auf mich wirkte das geradezu surreal, denn in Köln war kein Zentimeter Schnee gefallen. Für alle Fälle habe ich am Geldautomaten 300 Euro abgeholt und einen großen Vorrat belegte Baguettes gekauft."

Die Straßen und Autobahnen im Münsterland waren inzwischen so gut wie unpassierbar und teilweise gesperrt. Der nasse, von Windböen der Stärke acht vorangepeitschte Schnee türmte sich zu hohen Verwehungen auf und klebte an den Hochspannungsleitungen fest. Die Aluminiumkabel

dehnten sich unter der Last, bis sie fast den Boden berührten. Durch den Sturm in Schwingungen versetzt, begannen sie zusammenzuschlagen. Am frühen Nachmittag traten die ersten Kurzschlüsse auf und an vielen Orten in den Kreisen Steinfurt, Borken und Coesfeld mussten Leitungen vom Netz genommen werden. Um 17:36 Uhr knickten mehrere Tragmasten der 110 Kilovolt-Leitung von Gronau nach Metelen ein. Die Reparaturteams zählten später 36 beschädigte Masten allein im Verlauf dieser einen Strecke. Stefan berichtet:

„Schon am Mittag war für einige Minuten kein Strom da, am Nachmittag flackerte mehrfach das Licht und schließlich fiel der Strom endgültig aus. Ich wartete einige Minuten, eine Viertelstunde, eine halbe Stunde, bis ich schließlich befürchtete, dass der Ausfall länger dauern würde. Wir haben nur eine träge reagierende Fußbodenheizung in unserem Haus, deshalb hatte ich zusätzlich zur Kaminkassette im Wohnzimmer noch einen Kohleofen in mein Arbeitszimmer einbauen lassen. Unsere Zentralheizung arbeitet mit Gas, das aus einem großen Gastank hinter dem Haus kommt. Weil aber die elektrische Pumpe für den Brenner ausgefallen war, stellte die Heizung ihren Betrieb ein. Ich heizte also den Kamin im Wohnzimmer und den Ofen in meinem Arbeitszimmer an. Beide waren natürlich zu klein, um das ganze Haus zu heizen, aber es reichte erst mal. Das Telefonnetz wird über eigene Batterien bei der Telekom mit Strom versorgt, aber unsere Telefonanlage brauchte Strom aus der Steckdose. Auch die Basisstationen der Mobiltelefone waren vom Netz gegangen, ich war also faktisch auf mich selbst gestellt.“

Julia hatte es geschafft, über mehrere Stationen mit dem Zug bis nach Münster zu kommen. „Alles war völlig überfüllt und ich wusste nicht, wie ich nach Hause kommen sollte. Ich konnte Stefan nicht erreichen, weder sein Festnetzanschluss noch sein Mobiltelefon funktionierten. Schließlich fand ich einen Busfahrer, der sich bereitfand, trotz des Wetters nach Steinfurt zu fahren. Meine Haltestelle, von der ich noch ungefähr zwei Kilometer zu unserem Haus lief, lag auf seiner Strecke, und so stieg ich ein."

Um 18:28 Uhr knickten zwei Masten der Hochspannungsleitung Alstette-Vreden um, gegen 20:30 Uhr fiel auch die Strecke von Metelen nach Roxel aus, hier hatten gleich 17 Masten unter der Schneelast nachgegeben.

Stefan berichtet: „Meine einzige Verbindung zur Außenwelt war ein batteriebetriebenes Radio. Aus den Sendungen des WDR war aber nicht zu entnehmen, wie schlimm die Lage wirklich war. Ich hatte irgendwann mal einen Frequenzscanner gekauft, und den stellte ich jetzt auf den Polizeifunk ein. Irgendwie schien die Polizei aber kaum weniger verwirrt zu sein als ich, jedenfalls konnte ich mir aus den Durchsagen kein sicheres Bild von der Situation machen. Irgendwann fiel das Wort ‚Plünderung'. Heute weiß ich natürlich, dass nirgendwo geplündert wurde. Im Gegenteil: Die Menschen haben sich überall geholfen. Damals aber, eingeschneit im weißen Nirgendwo, bei heulendem Sturm, im Dunkeln und im kälter werdenden Haus, wurde ich doch nervös. Ich schloss den Waffenschrank auf und legte meine Waffen bereit, einen Colt-Revolver und eine Brünner-M75-Pistole."

Julia marschierte derweil durch den Schnee. Sie war an ihrer üblichen Station aus dem Bus gestiegen, obwohl sie den Weg kaum noch erkennen konnte.

„Ich hatte nur meine Büroschuhe mit den profillosen Ledersohlen an. Nach wenigen Metern bekam ich nasse Füße, denn die Schuhe saßen natürlich nicht dicht. Anderseits war ich fast zu Hause, und an den meisten Stellen lagen nur etwa 20 Zentimeter Schnee, sodass ich durchaus vorankam. Es war auch nicht allzu kalt, etwa um den Gefrierpunkt. Ich hatte vergessen, wie glatt Ledersohlen auf Schnee sind, und so fiel ich immer wieder hin. Erstaunlicherweise war es in der Nacht über dem Schnee so hell, dass ich gut sehen konnte – und für den äußersten Fall hatte mein Handy eine Taschenlampe. Zweihundert Meter vor unserem Haus habe ich dann Stefan gesehen; er half unserem Nachbarn, ein Auto aus dem Graben zu ziehen.“

Stefan: „Weil praktisch alle Straßen und Autobahnen gesperrt oder unpassierbar waren, versuchten einige Autofahrer, über die Wirtschaftswege weiterzukommen. Die Schneeverwehungen hatten aber die Wege an vielen Stellen fast unsichtbar gemacht und die Straßengräben zugeschüttet. Der lockere Schnee hielt natürlich nicht das Gewicht eines Autos und so wurden die Gräben zu tückischen Fallen. Die Bauern in der Gegend mussten mit ihren Treckern immer wieder festgefahrene Autos befreien. Soweit ich weiß, sind alle weitergefahren, jedenfalls haben weder unsere Nachbarn noch wir die Insassen eines liegen gebliebenen Autos aufnehmen müssen. Später am Abend kam das Technische Hilfswerk mit Unimogs. Bei einem Auto in der Nähe unseres Hauses habe ich mitgeholfen, als ich Julia kommen sah. Sie sah ziemlich elend aus.“

Julia: „Weil wir keine Kerzen im Haus hatten, stellten wir Teelichte auf. Wir haben uns Tee auf dem Ofen in Stefans Arbeitszimmer heiß gemacht und die Baguettes gegessen, die ich aus Köln mitgebracht hatte. So wurde der Abend noch fast romantisch. Ich war entsetzlich müde, aber ich habe mir in der Nacht trotzdem alle zwei bis drei Stunden den Wecker gestellt, um Briketts für den Ofen und die Kaminkassette nachzulegen. Irgendwie gruselte mich die Vorstellung, morgens in einem eiskalten Haus zu sitzen und die Öfen vielleicht nicht wieder in Gang zu bringen. Immerhin hatten wir die ganze Zeit Wasser, der Druck in der Leitung blieb konstant. Die Pumpe in unserer Kläranlage war natürlich ausgefallen, aber das Becken war so groß, dass es nicht überlief, bis wir am nächsten Abend wieder Strom hatten."

Am Nachmittag begriffen Polizei, Feuerwehr, Technisches Hilfswerk (THW) und die RWE als zuständiger Stromversorger, dass ein lebensbedrohlicher Notfall eingetreten war. Für die Kreise Steinfurt und Borken wurde Katastrophenalarm gegeben. Der Stromausfall betraf mehr als 250 000 Menschen – bei Temperaturen um null Grad und starkem Wind bestand die Gefahr, dass Menschen in ihren Häusern erfroren. Im landwirtschaftlich geprägten Münsterland haben sich viele Bauern auf die Schweinezucht spezialisiert. Die riesigen Ställe fassen Hunderte oder sogar Tausende von Tieren und müssen ständig aktiv belüftet werden, weil sonst der Sauerstoff knapp wird. Die elektrischen Ventilatoren waren aber ebenso ausgefallen wie die computergesteuerten Fütterungsanlagen. Die Züchter bemühten sich fieberhaft, Notstromaggregate zu bekommen. In einer enormen Anstrengung gelang es schließlich

dem THW und der Feuerwehr, mehr als 500 mobile Systeme aufzutreiben und anzuschließen. Durch die gemeinsame Anstrengung von Betroffenen und Helfern konnte eine Katastrophe letztlich vermieden werden. Nach vier Tagen waren die meisten Stromleitungen notdürftig repariert. Die Stadt Ochtrup war am schlimmsten betroffen, sie wurde nur von einer einzigen 110 Kilovolt-Leitung versorgt, die weitgehend zerstört war. Es dauerte vier Tage, bis der Strom dort wieder floss. Die Stadt richtete Notunterkünfte ein, damit die Menschen nicht in ihren eiskalten Häusern übernachten mussten. Die Innenstadt wurde zwischenzeitlich aus mehreren Notstromaggregaten versorgt, aber die Höfe im Außenbereich blieben die ganze Zeit über ohne Strom. Dank der schnellen, effektiven und umfassenden Hilfe gab es im gesamten betroffenen Gebiet keine Toten.

„Wir haben uns einen Grundofen einbauen lassen", sagt Stefan. Zweieinhalb Tonnen feuerfeste Schamottesteine kleiden ihn aus. Wenn man ihn morgens und abends mit Kohle oder Holz füttert, hält er das Haus durchgehend warm.

„Wir haben jetzt immer aufgeladene Batterien und Akkus im Haus. Ein Vorrat an Grillkohle liegt bereit, wenn wir ohne Strom kochen müssen. Ein Notstromaggregat haben wir uns nicht zugelegt. Der Dieselmotor müsste regelmäßig in Betrieb genommen und gewartet werden. Ich weiß nicht, ob wir über viele Jahre rechtzeitig daran denken würden. Und natürlich müssten wir ausreichend Dieselöl vorhalten. Mit 20 Litern kämen wir im Ernstfall kaum aus, also müssten wir einen großen Dieseltank einbauen. Ich denke, das lohnt sich nicht."

Die Industrie- und Handelskammer Nord Westfalen beziffert den Schaden für die Firmen in der betroffenen Re-

gion auf 100 Millionen Euro. Weitere 35 Millionen Euro gibt der Stromversorger RWE als eigene Schäden an. Jede weitere Haftung lehnt die RWE rigoros ab. Verantwortlich sei eine Wetterlage, die nur alle hundert Jahre auftrete. Die Leitungen und die Masten hätten alle vorgeschriebenen Normen eingehalten. Allerdings stand die am schlimmsten betroffene Leitung BL 1536 Gronau-Metelen bereits seit 1951. Die Masten bestanden aus sogenanntem Thomas-Stahl, der mit der Zeit zur Versprödung neigt und dabei an Stabilität verliert. Ein Gutachten der Bundesanstalt für Materialprüfung bestätigte, dass mehrere Masten im Jahr 2005 nicht mehr ausreichend stabil waren. Aber selbst wenn sie noch voll belastbar gewesen wären, hätte sie das Gewicht des Schnees bei dem Sturm vermutlich umgerissen.

Extreme Wetterbedingungen treten jedoch öfter auf, als die RWE zugegeben hat. Das zeigt die folgende Tabelle von größeren Störungen im Hochspannungsnetz durch Eislasten (entnommen aus dem Untersuchungsbericht der Bundesnetzagentur über den Stromausfall im Münsterland) (Tab. 2.3):

Demnach findet ein Masten gefährdendes „Jahrhundertwetter“ in Wirklichkeit alle sechs bis sieben Jahre statt. Und vermutlich zünden die Stromversorger regelmäßig Kerzen in den Kirchen an, um dafür zu bitten, dass die Katastrophe auf eine kleine Fläche beschränkt bleibt. Sollte ein großflächiger Eisregen in mehr als einem Bundesland die Masten wie Streichhölzer knicken, wäre Deutschland überfordert. Die Rettungskräfte könnten nicht genügend Notstromaggregate installieren, um mehr als zehn Millionen Menschen zu versorgen. Die Schäden würden sehr schnell einen zweistelligen Milliardenbetrag erreichen, die Wirtschaft wäre auf Jahre hinaus schwer angeschlagen.

Tab. 2.3 Eisschäden an Hochspannungsmasten seit 1956

Anfangsdatum	Gebiet	Beschädigte oder zerstörte Hochspannungsmasten
28./29.10.1956	Ostbayern, Inngebiet	69
07./08.12.1967	Ems-/Wesergebiet	127
29./30.03.1979	Ostbayern	42
24.04.1980	Ostbayern, Oberschwaben	150
02.03.1987	Südniedersachsen, Ostwestfalen, Oberschwaben	76
30.11.1988	Ostwestfalen	24
12./13.04.1994	Alpenvorland in Bayern und Schwaben	172
25./26.11.2005	Münsterland	83

Denkfehler und falsche Sicherheit

Strom ist der zentrale Lebenssaft der modernen Welt: Ohne Strom fließt kein Wasser, die Benzinpumpen der Tankstellen arbeiten nicht, die Kommunikationseinrichtungen sind nach wenigen Stunden tot. Fernsehsender fallen aus, Rundfunksender arbeiten immerhin einige Tage lang. Der österreichische Autor Marc Elsberg schildert in seinem Thriller *Blackout – Morgen ist es zu spät* sehr dramatisch die Folgen eines fiktiven mehrtägigen Stromausfalls in ganz Europa und Amerika. Das Problem ist bekannt, erst im Jahr 2011 hatte das Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag eine Studie zu den Folgen eines

großflächigen wochenlangen Stromausfalls veröffentlicht. „Ein Kollaps der gesamten Gesellschaft wäre kaum zu verhindern“, lautet ihr düsteres Fazit. Aber seitdem ist nichts geschehen, um Vorsorge zu treffen. Die Lage droht sogar noch schlimmer zu werden, denn möglicherweise wird die Stromversorgung ihrerseits bald vom Internet abhängen, und das könnte absolut fatal werden.

Was das Büro für Technikfolgenabschätzung abstrakt als „gesellschaftlichen Kollaps“ bezeichnet, bedeutet für viele Menschen den Tod. Im Winter drohen die meisten Häuser unbewohnbar zu werden, weil die Heizungen nicht mehr arbeiten. Man wird Sammelunterkünfte einrichten müssen, aber manche Menschen werden aus Angst um Hab und Gut nicht mitkommen wollen. Sie werden irgendetwas anzünden, um der Kälte zu entkommen, und damit Brände auslösen oder in ihren Wohnungen ersticken. Die Feuerwehr wird dann so überlastet sein, dass sie nicht mehr überall löschen kann. Nach einigen Tagen werden auch die elektrisch betriebenen Pumpen der Wasserwerke stillstehen, sodass aus den Leitungen kein frisches Wasser mehr fließt. Die Notstromaggregate der meisten Krankenhäuser und Pflegeheime haben nur für wenige Stunden Treibstoff. Nach spätestens zwei bis drei Tagen müssen die Einrichtungen evakuiert werden. Gleichzeitig werden sie aber sehr viel mehr Kranke und Verletzte versorgen müssen.

Viele Menschen werden sterben, weil sie keine Medikamente mehr bekommen. Allein in Deutschland sind Millionen Menschen täglich auf Insulin angewiesen. Der Polizeifunk bricht ab, damit haben kriminelle Banden leichtes Spiel. Sie werden von überallher in das Krisengebiet reisen. Wenn die Versorgung mit Lebensmitteln, Medikamenten und Treib-

stoff zusammenbricht, werden verzweifelte Menschen Lager und Geschäfte plündern. Viele werden versuchen, aus dem betroffenen Gebiet zu fliehen, und damit die Straßen verstopfen, sodass keine Hilfslieferungen mehr durchkommen. Alle diese Folgen sind absehbar und – bei entsprechender Vorsorge – vermeidbar. Bisher ist jedoch nur das Problem benannt worden. Vor den Kosten einer Notfallvorsorge scheinen die meisten Verantwortlichen zurückzuschrecken. Sie hoffen, dass das Problem von selber verschwindet, wenn sie es nur hartnäckig genug ignorieren.

Verschiedene europäische Großfirmen wie ABB, Siemens oder HOCHTIEF träumen von einem europäischen *Super Grid,* einem gigantischen Stromnetzwerk, das ganz Europa, Nordafrika, Kleinasien und die arabische Halbinsel verbindet.[15] Auch eine Reihe von deutschen Wissenschaftlern unterstützt das Projekt.[16] Es soll die Stromversorgung in Deutschland in ein europäisches Gesamtnetz integrieren, das ausschließlich erneuerbare Stromquellen nutzt. Auf diese Weise, so meinen die Befürworter des Super Grid, ließen sich teure Stromspeicher oder Reservekraftwerke weitgehend vermeiden. Das ganze System wird elektronisch gesteuert, sodass über eine Gesamtfläche von mehr als zehn Millionen Quadratkilometern Verbrauch und Erzeugung jederzeit ausgeglichen werden. Dazu muss über das Internet engmaschig das Angebot aus Zehntausenden von Fotovoltaikanlagen, Windkraftanlagen und Biomasse-Kraftwerken erfasst und ausgewertet werden. Die Leitstellen müssen in enger Abstimmung den Strom dorthin leiten, wo er gerade benötigt wird. Notfalls regulieren sie den Verbrauch, indem sie in privaten Haushalten oder bei Industriefirmen gezielt Geräte abschalten oder in Betrieb nehmen. Allein die

Baukosten für die notwendigen Gleichstrom-Höchstspannungsleitungen werden 300 Milliarden Euro übersteigen. Dazu kommen die Kosten für die Leitstellentechnik und die notwendige Software. Ein so riesiger Verbund braucht ein gewaltiges Nervensystem und eine extrem schnell und zuverlässig reagierende Steuerung. Man kann sich also gut vorstellen, warum Baufirmen wie HOCHTIEF und Hersteller von Leistungselektronik wie ABB dieses Projekt unterstützen.

Es hat allerdings einen Pferdefuß: Es macht die Stromversorgung außerordentlich anfällig. Wie bereits beschrieben, darf die Versorgung mit elektrischer Energie in einer modernen Gesellschaft niemals für mehrere Tage ausfallen. Das Super Grid kann diese Sicherheit nicht gewährleisten.

Das Problem hat mehrere Aspekte:

1. Das Super Grid hängt von der ständigen Verfügbarkeit des Internets ab. Das kann nach dem heutigen Stand niemand gewährleisten. Sollte das Internet irgendwann zerfallen, wäre auch die Stromversorgung gefährdet.
2. Schon heute gelten Angriffe mit Schadsoftware auf Stromversorger als mögliches Szenario für Sabotageakte. Sie könnten viel größere Schäden anrichten als jeder Sprengstoffanschlag. Ein erfolgreicher Schlag gegen die Software zur Steuerung des Super Grid würde in ganz Europa die Lichter ausgehen lassen. Bereits nach einigen Stunden melden sich wichtige Teile des Internets ab, weil die Notstromversorgung nur kurze Stromausfälle überbrücken kann. Je länger der Ausfall dauert, desto mehr Sensoren und Stellglieder verliert die Zentrale. Normalerweise würde man jetzt Inselnetze schaffen, stabilisieren

und zusammenkoppeln. Das ist aber beim Super Grid nicht mehr vorgesehen, das Netz funktioniert nur als Ganzes und auch nur dann, wenn über das Internet alle notwendigen Informationen zu Angebot und Nachfrage zur Verfügung stehen. Leider ist aber das Internet nach spätestens zwei Tagen Stromausfall tot und damit ist es kaum noch möglich, das kolossale und zugleich filigrane Netz wieder aufzurichten.

3. Die Funktion des Super Grid hängt kritisch von wenigen Hochspannungsleitungen ab. Wegen der stark schwankenden Einspeisungen aus den Solarmodulen und den Windkraftanlagen gleicht sein Betrieb einem ständigen Drahtseilakt. Wenn zwei oder mehr Leitungen gleichzeitig den Betrieb einstellen, könnte das System bereits zusammenbrechen. Wenn man es sicher auslegen wollte, müsste man zusätzliche Stromwege vorsehen. Aber schon die geplanten Höchstspannungsleitungen werden teuer genug und dürften bei den Anwohnern nicht unbedingt auf Begeisterung stoßen. Den Luxus von weiteren Strecken zur Absicherung werden sich die Betreiber deshalb nicht leisten können.
4. Durch seine schiere Größe ist das Super Grid extrem anfällig gegen Sabotage. Ein Bürgerkrieg in einem der vielen beteiligten Staaten könnte bereits das gesamte Grid zerreißen.
5. Das ganze System funktioniert nur, solange sich alle Staaten des Verbunds einig sind. Es wird bereits schwer genug werden, mehr als 30 Staaten aus Afrika, Europa, Kleinasien und Arabien zur Zustimmung zum Projekt zu bewegen. Da ist schon absolut verwegen, einen konfliktfreien Betrieb für mehrere Jahrzehnte fest einzuplanen.

> Bei einer kürzeren Betriebsdauer würden sich Investitionen aber nicht rentieren, allein die Bauzeit beträgt mehr als zehn Jahre.

Bei jeder Umstrukturierung der Stromversorgung muss die Sicherheit der Versorgung an erster Stelle stehen. Deshalb ist das vorgesehene Super Grid ohne Absicherung durch regionale Stromspeicher und Reservekraftwerke gedankenloser Leichtsinn. Es verwettet Millionen von Leben darauf, dass niemals ein Angriff auf die Steuersoftware gelingt, das Internet über Jahrzehnte stets sicher funktioniert und die Stromleitungen niemals kritisch unterbrochen werden.

Möglicherweise machen sich die Befürworter nicht klar, was sie mit der Aufgabe der Versorgungssicherheit riskieren. Oder sie blenden die Gefahren einfach aus, weil sie von der Idee so begeistert sind. Vielleicht stehen sie auch auf dem Standpunkt, dass nichts passieren könne, weil es schließlich nie einen größeren Stromausfall gegeben hat. Sie vergessen dabei, dass das Münsterland 2005 nur knapp an der Katastrophe vorbeigeschlittert ist. Im schlimmsten Fall ist es ihnen aber auch einfach gleichgültig.

Im Moment schaffen wir zusätzlich zur Abhängigkeit vom elektrischen Strom eine weitere Abhängigkeit vom Internet. Die Wirtschaft ist darauf angewiesen, dass die schnelle Datenübertragung ständig funktioniert. Im Jahr 2012 arbeitete bereits jeder dritte Arbeitnehmer in Deutschland teilweise von zu Hause.[17] Fast alle „Telearbeiter“ sind dabei über das Internet mit den Servern ihrer Firma verbunden. Schüler und Studenten leben geradezu im Internet. Aber auch Ampelsteuerungen, Trinkwasserpumpen, Kraftwerke und Stromnetze werden zunehmend darüber gesteuert.

Schon heute ist das Internet ein Kriegsschauplatz. Bisher haben sich staatliche Akteure auf das Ausspähen des Gegners und kleinere Sabotageaktionen beschränkt. Sollte aber ein wirklicher Krieg ausbrechen, müssten das Internet und die angeschlossenen Dienste mit massiven Angriffen rechnen, die unvorhersehbare Schäden verursachen.

In wenigen Jahren könnte ein Absturz von großen Teilen des Internets ähnlich schlimme Folgen haben wie ein Stromausfall. Es ist deshalb eine gesellschaftliche Aufgabe, die Schadensmuster durch einen Ausfall kritischer Infrastrukturen vorherzusehen und entsprechende Vorsorge zu treffen. Das ist in Deutschland, Europa und Amerika bisher nicht geschehen.

Die moderne westliche Zivilisation beruht auf einer ungeheuer komplexen Infrastruktur, die in der gesamten Geschichte der Menschheit beispiellos ist. Aber sie ist nicht für die Ewigkeit konstruiert. Wasserleitungen und Kanalnetze altern, sie bekommen Leckstellen, Wasser und Abwasser sickern heraus. Sie widerstehen dem Druck nicht mehr so gut und platzen. Wenn sich der Boden bewegt und verschiebt, reißen die dort verlegten Rohre und Kabel. Gebäude müssen erhalten, Straßen repariert und erneuert werden.

Wie lange hält Infrastruktur, wenn sie nicht gewartet wird? Die im Jahr 1990 untergegangene DDR hat es darauf ankommen lassen. Ihr Telefonnetz befand sich am Ende in einem desolaten Zustand. 23 Prozent der Vermittlungseinrichtungen waren älter als 60 Jahre, 72 Prozent zwischen 23 und 60 Jahren alt. Nicht einmal jeder fünfte Haushalt besaß überhaupt einen Telefonanschluss. Die Wartezeit für neue Anschlüsse betrug bis zu 20 Jahre. Trotzdem funktio-

nierte das Netz einigermaßen, aber eine Modernisierung war unmöglich. Das System verschliss schneller als es ersetzt wurde, das Ende war absehbar. Aber nicht nur im real existierenden (oder besser: real nicht mehr existierenden) Sozialismus zerfällt die Infrastruktur. Auch in den USA sind Brücken, Straßen, Stromleitungen und Abwassersysteme in einem besorgniserregenden Zustand. Der Verband amerikanischer Ingenieure (ASCE – American Society of Civil Engineers) vergibt regelmäßig Schulnoten für die Infrastruktur. Wasser- und Abwassersysteme erreichen mit Mühe eine Vier minus, die Stromleitungen kommen gerade mal auf eine Vier plus. Innerhalb von fünf Jahren müssten 2,2 Billionen US-Dollar in die Infrastruktur investiert werden, schätzte der Verband im Jahr 2012. Das wird aber sicherlich nicht geschehen. In den USA sind Infrastrukturmaßnahmen kein Wahlkampfthema, zudem ist das Land völlig überschuldet. 2007 gaben die USA etwa 2,4 Prozent ihres Bruttoinlandsprodukts für die Erhaltung und Verbesserung der Infrastruktur aus – die europäischen Staaten investieren etwa doppelt so viel. In der Bundeshauptstadt Washington fällt regelmäßig der Strom aus. Die Elektrizitätsgesellschaft sieht sich außerstande, das Problem zu beheben, und empfiehlt ihren Kunden die Anschaffung von Notstromaggregaten. Auch in Deutschland schieben die Städte und Kommunen einen Berg von Reparaturen und Verbesserungen vor sich her. Jedes Jahr unterbleiben Milliardeninvestitionen zur Erhaltung von Gebäuden, Wasserleitungen, Straßen, Brücken und Stromkabeln. Der sogenannte Investitionsstau soll hierzulande inzwischen die Größenordnung von 100 Milliarden Euro erreicht haben. Das werden die Kommunen vermutlich nie aufholen

können. Auf jeden Fall werden in den nächsten 50 Jahren die Investitionen zur Erhaltung der Infrastruktur deutlich steigen müssen. In dieser Zeit wird die Einwohnerzahl in Deutschland deutlich abnehmen und die verbliebenen Menschen immer älter. Sie werden weniger Geld erwirtschaften, während die Erhaltung und Verbesserung der Infrastruktur immer mehr Mittel erfordert. Wenn kein Wunder geschieht, wird sich der Zustand der Infrastruktur in Deutschland deutlich verschlechtern. Wir müssen uns auf mehr Schlaglöcher in den Straßen, gesperrte Brücken, marode Gebäude und löcherige Kanalisation einstellen. Der schnelle Ausbau der modernen Kommunikationsmittel verschärft die Probleme noch.

Die Telekommunikationsunternehmen haben in den letzten Jahren allein in Deutschland 429 000 Kilometer Glasfaserkabel verlegt. Mehr als 100 000 Richtfunkstrecken überbrücken insgesamt 839 000 Kilometer. Im Mobilfunknetz sorgten Ende des ersten Quartals 2011 mehr als 125 000 Basisstationen für sichere Verbindungen. Als Basisstation bezeichnet man die ortsfesten Sender und Empfänger, mit denen die Handys an das Telefonnetz angebunden werden. Deutschland hat eine Fläche von 357 000 Quadratkilometern, sodass auf je drei Quadratkilometer eine Mobilfunkbasisstation kommt.

Die Zahl beruht auf dem Bericht der Bundesnetzagentur, die Mobilfunkanbieter selbst werden außerordentlich schweigsam, wenn man sie direkt darauf anspricht. Auch die Deutsche-Telekom-Tochter Deutsche Funkturm GmbH, größter Anbieter von Plätzen für Mobilfunk-Basisstationen, wollte auf Anfrage keine Informationen herausgeben und verwies auf die Bundesnetzagentur. Das

hängt nicht zuletzt damit zusammen, dass zwar jeder Handybenutzer immer und überall eine Netzanbindung erwartet, aber viele Menschen große Bedenken gegenüber einer Basisstation in ihrer Nähe hegen. Mobilfunkgegner verbreiten gruselige Geschichten über die angeblich krank machende Wirkung von hochfrequenten elektromagnetischen Strahlen. Also verbergen sich die Basisstationen in Kirchtürmen oder Schornsteinattrappen. Manchmal hängen sie an hohen Industrieschornsteinen oder stehen gut getarnt inmitten von anderen Antennensystemen auf Hochhäusern. In den dicht besiedelten Gebieten Deutschlands ist die nächste Basisstation eigentlich nie mehr als 1 000 Meter Luftlinie entfernt. Dieses umfangreiche System deckt aber nur die Übertragung der Signale ab. Für die Strukturen und Inhalte des weltumspannenden digitalen Netzes muss ein eigener Gerätepark vorgehalten werden.

Wer auf das Internet zugreifen möchte, braucht eine sogenannte IP-Adresse (IP steht für Internet Protocol). Für Privatleute weist ein Service-Provider diese Zahlenkombination in der Regel dynamisch zu, das heißt, sie bekommen bei jeder Anmeldung am Rechner des Providers eine neue Nummer zugewiesen. Die meisten benötigen außerdem eine E-Mail-Adresse und einen eigenen Bereich für ihre Homepage. Dafür stellt der Service-Provider Platz auf einem Server bereit. Die 1&1 AG, einer der größeren Service-Provider in Europa, betreibt nach eigenen Angaben 70 000 Server. Der französische Provider OVH nimmt für sich in Anspruch, größter Webhoster (Betreiber von Webseiten im Kundenauftrag) in Europa zu sein. Er besitzt eine ganze Reihe von Rechenzentren mit insgesamt mehr als 120 000 Servern und plant nach eigenen Angaben, weitere

240 000 Server in Betrieb zu nehmen. Das Internetkaufhaus Amazon betreibt ungefähr 500 000 Server allein für seinen Service *Elastic Compute Cloud* und Google hat seine gigantische Informationssammlung auf mehr als eine Million Server verteilt. Amazon und Google machen nur spärliche Angaben über ihre Infrastruktur, sodass diese Zahlen auf einer Schätzung des Magazins *Wired* (für das Jahr 2012)[18] beruhen. Es geht aber auch bescheidener. Die Wikimedia Foundation, Betreiber der berühmten Web-Enzyklopädie Wikipedia, verwaltet weniger als 1 000 Server, obwohl ihre Seiten zu den am meisten aufgerufenen Informationen im Internet gehören.

Zu den wichtigsten, aber kaum bekannten Firmen im Servergeschäft zählt die Equinix, Inc. Sie betreibt Rechenzentren mit schneller Internetanbindung im Kundenauftrag, wobei sie Servergruppen für mehrere Kunden in einem Rechenzentrum vereint. Equinix bietet Kunden ausdrücklich die Vernetzung ihrer Server untereinander an, was für kleinere Internet-Provider ausgesprochen wichtig ist. Auch sehr große Kunden wie Microsoft, Amazon und Google nutzen diesen Dienst. Die Serverfarmen für das Internet beanspruchen etwa ein bis zwei Prozent des weltweiten Stromverbrauchs und sind deshalb für ungefähr 0,5 Prozent der CO_2-Emissionen verantwortlich. Weil der Datenhunger der Anwender ständig zunimmt und das Internet sich auch in den Schwellen- und Entwicklungsländern verbreitet, werden diese Anteile bis 2025 deutlich steigen.

Wer also friedlich am Spreeufer sitzt und die Internetanbindung seines Laptops zum Arbeiten nutzt, greift auf eine gewaltige weltweite Infrastruktur zurück. Die darin verbaute Elektronik altert vergleichsweise schnell. Eine

Autobahnbrücke hält etwa dreißig Jahre, ein öffentliches Gebäude mindestens vierzig bis fünfzig. Das Rückgrat der Londoner Kanalisation ist mehr als 150 Jahre alt. Ein PC, ein Laptop oder ein Handy bringen es vielleicht auf zehn Jahre Lebenszeit. Digitale Vermittlungsstellen der Telekom, Basisstationen des Mobilfunks oder Großrechenanlagen schaffen maximal zwanzig Jahre – wenn die notwendigen Ersatzteile überhaupt so lange verfügbar sind. Die Satelliten des GPS-Systems leben im Durchschnitt nicht einmal zehn Jahre, müssen also ständig ersetzt werden. Im Oktober 2012 waren deshalb mehr als 30 Satelliten im Orbit, obwohl bereits 24 ausreichen würden. Die übrigen können sofort nachrücken, wenn ein Satellit ausfällt. Würde man weitere Starts für nur vier Jahre aussetzen, wäre das GPS funktionsunfähig und die Navigationssysteme von vielen Millionen Autos arbeitslos.

Die Festplatten der Internetserver halten weniger als fünf Jahre. Die Glasfaserkabel zur schnellen Datenübertragung überstehen nach Herstellerangaben vierzig Jahre oder länger, die Verstärker müssen aber des Öfteren ausgetauscht werden. Die transatlantischen Glasfaserkabel zwischen Europa und den USA haben dagegen eine Lebenserwartung von nur etwa zwanzig Jahren, denn das Salzwasser ist aggressiv und die Schleppanker von Schiffen zerreißen immer wieder die Kabelbündel.

Sollte aus irgendeinem Grund der Nachschub an elektronischen Bauelementen für fünf oder mehr Jahre stocken, wäre das Internet zerrissen, das GPS-System tot und viele der Server hätten unersetzliche Daten verloren. Aber selbst wenn die Katastrophe ausbleibt, werden allein die Kosten für die Erhaltung der Infrastruktur irgendwann unsere

Möglichkeiten übersteigen. Das Internet als oberste und letzte Komponente mit der kürzesten Halbwertszeit würde am stärksten darunter leiden.

Wie wahrscheinlich ist so etwas? Hat es nicht in den letzten Jahrhunderten einen steten Fortschritt gegeben, der auch von zwei Weltkriegen nicht aufzuhalten war? Vielleicht musste ja die Vergangenheit notwendigerweise zu genau der Gegenwart führen, die wir heute kennen. Dann bräuchten wir uns um die Zukunft keine Sorgen zu machen, denn schließlich ist immer alles gut gegangen und keine der einstmals prophezeiten Katastrophen ist je eingetreten. Im Gegenteil: Alle Puzzlesteine haben sich an die einzig richtigen Stellen eingefügt, um das Bild der Gegenwart zu formen. Im Nachhinein wissen wir genau, dass es so kommen musste, und im Grunde haben wir es damals schon gewusst. Oder etwa nicht? Die Psychologie nennt dieses Phänomen einen Rückschaufehler (*hindsight bias*). Er führt dazu, im Nachhinein zu glauben, der Lauf der Ereignisse sei notwendig und vorhersehbar gewesen. Es wäre fatal, daraus abzuleiten, dass auch die Zukunft ein steter Fortschritt ohne große Katastrophen sein wird.

Im nächsten Kapitel geht es um die Frage, wie robust die gegenwärtige Computerindustrie ist und mit welcher Wahrscheinlichkeit sie sich von einem schweren Rückschlag erholen könnte.

3
Das Schneeballsystem der Computerindustrie

Unser Leben hängt an der ständigen Versorgung mit elektrischem Strom. Eine Unterbrechung von einer Woche würde in Deutschland Zehntausende Menschen töten, eine Unterbrechung von einem Monat während eines kalten Winters würde das Ende unserer Zivilisation einläuten. Trotzdem hat kein Land umfassende Katastrophenpläne ausgearbeitet, im Gegenteil, wir sind auf dem besten Weg, uns zusätzlich vom Internet abhängig zu machen. Die komplexen elektronischen Baugruppen digitaler Netze müssen ständig ausgewechselt werden, denn sie haben eine Lebensdauer von nur drei bis fünf Jahren. Wie sicher aber ist eine ständige Belieferung? Dieses Kapitel wird zeigen, dass ein niemals unterbrochener Nachschub an Komponenten auf lange Sicht nicht gewährleistet ist.

Normalerweise macht sich niemand Gedanken darüber, woher Handys, Computer, Platinen oder Festplatten eigentlich kommen. Wenn ich einen neuen Laptop brauche, kaufe ich ihn im nächsten Supermarkt oder bestelle ihn im Internet. Das Angebot ist groß, die Preise sinken, bei Aldi und Lidl stehen Sonderangebote für Computermonitore neben den Stapeln von Lasagne und Käse.

T. Grüter, *Offline!,* DOI 10.1007/978-3-642-37737-2_3,

Nur ganz gelegentlich erfahren wir, wo unsere Hightech-Ware produziert wird. Im Herbst des Jahres 2011 sorgte beispielsweise eine Überschwemmung in Thailand für einen weltweiten Engpass bei Festplatten. Eigentlich ist das ostasiatische Land ergiebige Niederschläge gewohnt. In Bangkok fällt im Jahr fast dreimal so viel Regen wie in Berlin. Wenn im Mai der Monsun beginnt, schwellen die Flüsse gewaltig an. In den vergangenen Jahrhunderten haben die Thais damit umzugehen gelernt, sodass große Überschwemmungen eher selten sind. Aber Ende Juli 2011 drückte ein von Vietnam herüberziehender tropischer Sturm eine wahre Regenflut in den Norden des Landes. Die Flüsse traten über die Ufer. Als das Unwetter abzog, gab es keine Erleichterung, denn auch die Monsunregen fielen ungewöhnlich heftig aus. In Thailand bahnen sich die meisten Flüsse aus dem gebirgigen Norden ihren Weg nach Süden ins zentrale Tiefland. An der Grenze der beiden Regionen, bei der Stadt Nakhon Sawan (Stadt des Himmels), vereinigen sich die Flüsse Nan, Ping und Yom zum Chao Praya, dem größten Strom Thailands. Im August 2011 standen große Teile des Nordens unter Wasser, die König-Bhumipol-Talsperre am Ping-Fluss und der Königin-Sirikit-Staudamm am Nan-Fluss drohten überzulaufen. Die Behörden ließen die Schleusentore öffnen, um den Druck auf die Staumauern zu mindern. Die Wassermassen wälzten sich nach Süden und überschwemmten in der flachen Ebene weite Uferbereiche des Chao Praya. Seit Menschengedenken ist die Geschichte des Flusses von den jährlich wiederkehrenden Hochwassern geprägt. Oft genug suchte er sich ein neues Bett, wenn das Wasser zurückging. Überall in der Ebene findet man alte Flussbetten und tote Arme. Siamesische

Ingenieure arbeiten seit Jahrhunderten daran, die unberechenbare Lebensader des Tieflandes zu begradigen und zu kontrollieren. Deshalb hat sich der Lauf des Chao Praya seit der Mitte des 19. Jahrhunderts kaum noch verändert. An der Mündung des Flusses liegt die thailändische Hauptstadt Bangkok, ein riesiges, ungeplant gewachsenes Konglomerat von Häusern, Straßen, Autobahnen, Feldern und Industriegebieten. Im Einzugsbereich der Stadt wohnen fast 15 Millionen Menschen, mehr als ein Fünftel der gesamten Bevölkerung Thailands.

Bis Mitte September 2011 hatte sich die Flutwelle fast bis zur Mündung vorgearbeitet und die Einwohner Bangkoks bereiteten sich auf eine Überflutung der Straßen und Häuser vor. Da brachen die Fluttore der Bewässerungssysteme nördlich der Stadt und das Hochwasser ergoss sich in die Dörfer und Reisfelder der weiten Ebene. Die alte Königsstadt Ayutthaya 70 Kilometer nördlich von Bangkok versank fast vollständig in den Fluten. Dadurch sank das Wasser zwar um einige Zentimeter, aber Bangkok war nicht gerettet. Der Regen wollte einfach nicht aufhören, die überfüllten Stauseen konnten das Wasser nicht zurückhalten, und Ende Oktober erreichte die Flutwelle endgültig die thailändische Hauptstadt. Mehrere Bezirke standen bis zu einem Meter unter Wasser. Um Kurzschlüsse zu vermeiden, musste die Stromversorgung abgeschaltet werden.[19] Erst im Dezember flossen die Wassermassen langsam ab und hinterließen Schlamm, Müll und Autowracks in den Straßen. Hunderte Menschen starben in den Fluten.

Thailands Wirtschaft erlitt Schäden in zweistelliger Milliardenhöhe. Die Reisernte war teilweise vernichtet. Wie sich herausstellte, betrieben fast alle internationalen Her-

steller von Festplatten oder ihre Zulieferer Fabriken in den überfluteten Gewerbegebieten. Mehrere betroffene Firmen mussten ihre Lieferprognosen deutlich nach unten korrigieren.[20] Von Oktober bis Dezember 2011 wurden weltweit nur 122 Millionen Computerfestplatten ausgeliefert, etwa 50 Millionen weniger als im Quartal zuvor. Entsprechend deutlich stiegen die Preise.[21] Erst ein Jahr später, im Oktober 2012, hatte sich die Liefersituation wieder normalisiert.

Warum kann die Überflutung einiger Industriegebiete vor den Toren einer einzigen Stadt die Weltversorgung mit Festplatten derart behindern? Man sollte doch annehmen, dass solche Massenprodukte überall hergestellt werden. Tatsächlich aber stammt ein Viertel der Weltproduktion an Festplatten aus Bangkok. Aus Sicht der Hersteller macht es Sinn, die Produktion von Festplatten und ihren Komponenten in großen Fabriken an wenigen Orten der Welt zu konzentrieren. Die Industriegebiete vor Bangkok sind ein Beispiel dafür, südkoreanische Produktionsstätten ein weiteres. Als im Frühjahr 2013 die Kriegsdrohungen aus Nordkorea immer schriller tönten, wiesen verschiedene Zeitungen in Deutschland darauf hin, dass ein Krieg in Korea wichtige Lieferketten in der Elektronik-Industrie unterbrechen würde. Das könnte wiederum weltweit zu Verknappungen bei Hightech-Produkten führen.[22]

Je größer eine Fabrik ausgelegt wird, desto günstiger kann sie produzieren. In der Betriebswirtschaftslehre spricht man dann von einem *positiven Skaleneffekt*. Nur wer viel Kapital mitbringt, kann in diesem Spiel mithalten. Im Jahre 2011 gab es weltweit nur noch vier Festplattenhersteller: die Abteilung Global Storage Technologies Ltd. der Hitachi Ltd. (Japan), die Western Digital Corporation (USA), die

Toshiba Corporation (Japan) und die Samsung Group (Korea). Inzwischen sind es nur noch drei. Im März 2012 übernahm Western Digital das Festplattengeschäft von Hitachi und wurde größter Produzent von magnetischen Speichermedien. Bei Grafik-Chips für Computer und Laptops sieht es ganz ähnlich aus: Zwei Firmen, ATI/AMD und Nvidia, halten dabei den weitaus größten Anteil des Marktes, zwei weitere, S 3 und Matrox, sind Nischenanbieter.

Der Prozessorhersteller und Marktführer Intel vermutet, dass ab etwa 2016 nur noch vier Hersteller von komplexen Computerchips übrig geblieben sein werden – darunter natürlich Intel selbst.[23] Eine neue Fabrik zur Herstellung von komplexen Computerchips, eine sogenannte Fab, kostet etwa fünf Milliarden US-Dollar (3–4 Milliarden Euro). Nach einer Pressemeldung aus dem Februar 2013 will Globalfoundries, einer der weltgrößten Auftragsfertiger für Computerchips (im Jargon *Foundries* genannt), sogar zehn Milliarden US-Dollar in ein neues Werk investieren.[24] Die Grundlage von Computerchips sind große Silizium-Einkristalle. Wer zu wettbewerbsfähigen Preisen produzieren will, muss immer größere Rohlinge verwenden, sogenannte Wafer. Sie werden als Zylinder aus einer Schmelze gezogen und dann mit dem sogenannten Zonenschmelzverfahren in einen großen und hoch gereinigten Einkristall verwandelt. Den sägt man in dünne Scheiben, die besagten *Wafer* (engl. für *Oblate* oder *Waffel*). Im Jahr 1960 hatten die gängigen Wafer einen Durchmesser von etwa 2,5 Zentimeter, die ab 2015 erwartete Generation misst bereits 45 Zentimeter! Die Herstellungskosten für einen aktuellen Wafer (12 Zoll = 30 Zentimeter) liegen grob gerechnet bei einigen Tausend Euro. Je größer die Fläche der Wafer, desto mehr

Chips lassen sich daraus herstellen. Weil aber die Kosten langsamer steigen als die Fläche, ist ein größerer Wafer stets die bessere Wahl. Dafür braucht man jedoch sehr aufwendige Maschinen. Also entstehen immer größere Fabs, deren Bau gigantische Summen verschlingt, bevor auch nur ein einziger Chip das Werk verlässt. Wie bei den Festplatten konzentriert sich die Weltproduktion deshalb auf immer weniger Firmen und Produktionsstätten. Globalfoundries betreibt Werke nur noch an drei Standorten auf drei Kontinenten: in Malta im Staat New York (USA), in Singapur und in Dresden. Hightech-Produkte wie komplexe Chips, Festplatten, Tablets, Laptops oder Handys müssen für den Weltmarkt produziert werden. Die Hersteller investieren Milliarden Dollar in den Aufbau einer Produktlinie und weitere Milliarden in die Werbung. Die Fabs kosten ebenfalls zehnstellige Dollarbeträge. Genau wie in der Autoindustrie lohnt sich der Aufwand nur für Global Player, also die ganz großen Weltkonzerne. Sie produzieren ein einheitliches Grundprodukt, das sie anschießend für die regionalen Märkte anpassen. Niemand könnte sich mehr leisten, ein Tablet oder ein Handy ausschließlich für den deutschen Markt zu entwerfen und herzustellen. Das Produkt wäre schlicht zu teuer. Moderne Smartphones und Tablets sind Meisterwerke der Miniaturisierung. Entwurf, Konstruktion und Bau kosten Hunderte von Millionen US-Dollar. Das lohnt sich nur, wenn sich die Kosten auf eine sehr große Stückzahl verteilen. Der Transport wiederum ist kein Problem – für die Verschiffung eines kompletten Frachtcontainers von Ostasien nach Europa zahlt der Auftraggeber lediglich einige Tausend Euro.

Die Konzentration auf immer weniger Hersteller hat in der Computerindustrie geradezu Tradition. In der Anfangszeit der Personal Computer, in den achtziger Jahren des 20. Jahrhunderts, teilte sich eine unüberschaubare Anzahl von Anbietern den neu entstandenen Markt. Dazu zählten klassische Computerfirmen wie IBM oder Nixdorf, Büromaschinenhersteller wie Olivetti oder Triumph Adler, aber auch hoffnungsvolle Neugründungen wie Compaq oder Apple. Die rasend schnell zunehmende Nachfrage und die fehlenden Standards erlaubten auch Gründern mit wenig Kapital einen erfolgreichen Einstieg. Dann begann die Phase des verschärften Wettbewerbs. Die Leistung der Computer stieg ständig, während die Preise rapide sanken. Jetzt vermochte sich nur noch zu behaupten, wer seine Kosten durch hohe Stückzahlen niedrig halten und jedes Jahr ein verbessertes Modell vorstellen konnte. Die Marktführer begannen, Standards zu definieren. Bald boten die Softwarehersteller ihre wichtigsten Programme nur noch für diese Systeme an. Auch Peripheriegeräte wie Drucker, Scanner oder Modems arbeiteten am besten mit den Standardgeräten zusammen. Wer nicht rechtzeitig auf den Zug aufgesprungen war, blieb zurück und musste irgendwann aufgeben. Von diesem Moment an konnten neue Akteure nur noch mit sehr hohem Kapitaleinsatz bei ungewissem Erfolg in den Markt eintreten.

Die Software entwickelte sich im Gleichschritt mit der Hardware. Microsoft beherrschte mit MS-DOS schon früh den Markt für PC-Betriebssysteme. Windows 3.0 setzte dessen Siegeszug fort. Mitte der neunziger Jahre scheiterte IBM mit dem Versuch, das Betriebssystem OS/2 Warp 3 als Alternative zu etablieren, obwohl das System schnell,

zuverlässig und fehlerfrei arbeitete. Standards waren wichtiger geworden als technische Qualität. Mit dem Produkt MS Office übernahm der Betriebssystem-Monopolist Microsoft auch die Marktführung bei Bürosoftware. Die bis dahin dominierenden Hersteller MicroPro (Textverarbeitung *Wordstar*) und WordPerfect (Textverarbeitung *WordPerfect*) hatten nicht das Kapital, um der gewaltigen Werbekampagne für MS Office Paroli zu bieten.

Auch in vielen anderen Bereichen dominieren weltweit wenige Hersteller. So teilen sich Boeing und Airbus den Markt für große Passagierflugzeuge. Die zehn größten Hersteller von Windkraftanlagen beherrschen mehr als Dreiviertel des Marktes[25] und fast 60 Prozent aller weltweit verkauften Solarzellen stammen von wenigen großen chinesischen Herstellern[26].

Immer häufiger liest man, dass sich die Regionen in Deutschland nachhaltig und autonom mit erneuerbarer Energie versorgen sollen. Ich finde das eher amüsant. Die Windkraftanlagen stammen aus Dänemark oder China, die Solaranlagen aus China, die Computer für die elektronische Steuerung aus Taiwan, das Betriebssystem Windows kommt aus Seattle in den USA. Die Handys, mit denen die Funktion der Systeme fernüberwacht wird, lässt beispielsweise ein amerikanischer Hersteller von einem taiwanesischen Auftragsfertiger in China bauen. Regionale Nachhaltigkeit bei der Stromerzeugung ist nichts weiter als ein frommer Selbstbetrug, denn nach der Installation und Inbetriebnahme wäre man bei Ersatzteilen und Wartung alles andere als autark.

Aus diesen Beispielen lassen sich einige Gesetzmäßigkeiten ableiten:

- Wenn ein Markt neu entsteht, steigen sehr viele Anbieter ein. Auch Firmengründer mit geringem Kapital (Garagenfirmen und Kellerlabors) haben gute Chancen.
- Wenn das Wachstum nachlässt, wird der Einsatz höher: Neue Produkte verlangen beträchtliche Vorleistungen an technischer Entwicklung bei hohen Kosten für die Markteinführung. Das können sich nur noch wenige Akteure leisten. Die Anzahl der Anbieter sinkt deutlich, die überlebenden wachsen aber sehr stark.
- Irgendwann hört das Marktwachstum auf, die Akteure nehmen sich gegenseitig den Umsatz weg. Es haben nur wenige sehr kapitalkräftige Unternehmen überlebt. Neueinsteiger müssen enorm viel Geld in die Hand nehmen, wenn sie noch mitmischen wollen.

Diese Regeln gelten für alle Branchen. Bei Computer und Software kommt noch eine Besonderheit dazu, die sie von allen anderen Märkten unterscheidet. Während ein heutiges Auto seinem Vorgänger von vor vierzig Jahren noch recht ähnlich sieht, haben heutige Computer mit den Geräten von 1970 kaum mehr als das Prinzip gemeinsam. Der erste Mikroprozessor der Firma Intel aus dem Jahr 1971 trug die Typenbezeichnung 4004 und wurde mit 500 bis 740 Kilohertz (1 000 Schwingungen pro Sekunde) getaktet. Sein Chip integrierte die damals erstaunliche Zahl von 2 300 Transistoren. Seitdem hat sich die Technik rasant entwickelt. Im Jahr 2011 brachte Intel den Prozessor „Core i7“ vom Typ „Sandybridge E“ auf den Markt. Er hat sechs Prozessorkerne, die mit 3,2–3,5 Gigahertz (Milliarden Schwingungen pro Sekunde) getaktet sind. Die Taktfrequenz des „Core i7“ liegt damit um den Faktor

5 000 höher als beim 4004. Der Chip umfasst eine Fläche von 435 Quadratmillimetern, auf der 2,27 Milliarden Transistoren arbeiten.[27] In nur vierzig Jahren hat Intel also die Anzahl von Transistoren in einem Mikroprozessor um das Millionenfache gesteigert. Der Arbeitsspeicher eines durchschnittlichen PCs wuchs um etwa den gleichen Faktor, ebenso der externe Speicherplatz und die Leistung der Grafikkarten. Heute rechnet jedes Smartphone schneller als ein tonnenschwerer Großrechner mit eigener Klimaanlage vor 50 Jahren.

Die Komplexität von integrierten Schaltkreisen (also von Computerchips) mit minimalen Komponentenkosten verdoppelt sich seit den sechziger Jahren des 20. Jahrhunderts alle zwei Jahre. Dieses Phänomen wird auch Mooresches Gesetz (*Moore's Law*) genannt. Gordon Moore, Mitbegründer der Firma Intel, schrieb 1965 in einem Artikel für das Magazin *Electronics*: „Die Komplexität von integrierten Schaltkreisen, die zu einer Minimierung der Kosten pro Komponente führt, ist um den Faktor zwei pro Jahr angestiegen. Dieser Trend wird sich sicherlich kurzfristig fortsetzen, wenn nicht beschleunigen."[28] Was heißt „minimale Komponentenkosten"? Je größer die Komplexität, desto besser die Ausnutzung des Materials. Wenn man aber die Maschinen bis zum Limit ausreizt, provoziert man Fehler. Die wirtschaftlichste Komplexität liegt genau dort, wo die Fehlerrate eben noch gering bleibt. Moores Gesetz (eigentlich eine Faustregel) hat auch heute noch Bestand, wenn man einmal großzügig darüber hinwegsieht, dass sich Komplexität und Rechenleistung nicht jedes Jahr, sondern nur alle zwei Jahre verdoppelt haben. Bei dem rasenden

Entwicklungstempo ist es kein Wunder, dass nur wenige Firmen die ständige Aufrüstung ihrer Anlagen bezahlen konnten.

Natürlich kann niemand mehr so komplexe Chips von Hand entwerfen, testen und bauen. Man braucht deshalb stets die aktuelle Version der Computersysteme, um die nächste Generation zu konstruieren. Mit Rechnern des zwanzigsten Jahrhunderts könnte heute niemand mehr die aktuellen Chips für Smartphones, Tablet-PCs oder Laptops entwerfen und bauen. Die Rechenleistung wäre einfach zu gering. Jede Generation schiebt die nächste an, ein Stillstand wäre fatal.

Gordon Moore hat neben seinem berühmten Gesetz noch eine weitere, weniger bekannte Faustregel formuliert. Der Preis einer Fabrik für Computerchips verdopple sich alle vier Jahre, erklärte er. Diesen Satz nannte er *Rocks Gesetz*[29] nach Arthur Rock, einem bekannten Finanzier der amerikanischen Computerszene. Moore erwähnte dieses Gesetz erstmals Mitte der neunziger Jahre. Seine Feststellung demonstriert eine wichtige Grenze der aktuellen Entwicklung. Die Herstellung immer komplexerer Chips lohnt sich nur, wenn sie in immer größeren Stückzahlen produziert werden. Damit werden die Anfangsinvestitionen immer höher und die Fabriken immer gewaltiger. Nur so lassen sich die Preise pro Chip in einem vertretbaren Rahmen halten. Bisher steigen die addierten Verkaufszahlen von PCs, Macintoshs und Tablets weiterhin an, das Modell funktioniert also. Irgendwann muss aber damit Schluss sein. Alle Ressourcen sind begrenzt, ein grenzenloses Wachstum ist eine mathematische Fiktion. Leider ist

unser gesamtes Wirtschaftsmodell aber darauf aufgebaut. Nur stetes Wachstum gewährleistet Stabilität. Nationalökonomen fürchten die *Stagnation*, den wirtschaftlichen Stillstand, wie der Teufel das Weihwasser. Stagnation erzeugt Arbeitslosigkeit und verringert das Steueraufkommen. Die Politik verliert ebenso an Spielraum wie die Wirtschaft. Ein echter Rückgang der Wirtschaftsleistung, die *Rezession*, führt sogar zu einer instabilen Situation mit dem Risiko einer allgemeinen Panik. Beispielsweise verleihen Banken nicht gerne Geld an Firmen mit schrumpfenden Umsätzen. Wenn die Aussichten aber für fast alle Firmen negativ sind, gerät die Situation leicht außer Kontrolle. Seit der Antike wissen Feldherrn und Könige, dass ein geordneter Rückzug vom Schlachtfeld zu den schwierigsten Truppenbewegungen überhaupt gehört. Zu leicht schlägt die kontrollierte Absetzbewegung in eine panische Flucht um. Während die Heerführer aber nur einige kritische Minuten zu überstehen haben, kann eine Rezession Jahre dauern und jederzeit in eine Bank- oder Börsenpanik münden. Schon die Erwähnung des Wortes könnte gefährlich sein. Deshalb reden Ökonomen grundsätzlich immer von Wachstum. Stagnation heißt also Nullwachstum und eine Schrumpfung der Wirtschaft bezeichnet man als Minuswachstum. Die Abhängigkeit unserer Wirtschaft vom ständigen Anstieg aller wichtigen Indizes nennt der einflussreiche Schweizer Ökonom Peter Binswanger eine „Wachstumsspirale“. Bei einem Vortrag sagte er[30]:

> Bei Licht betrachtet ist die Wachstumsspirale der Wirtschaft ein sogenanntes Schneeballsystem, das darauf beruht, dass die Gewinnauszahlungen an frühere Investoren

aus den Einzahlungen der neuer Investoren gespeist werden. Man zahlt alte Schulden mit neuen Schulden.

Jedes Schneeballsystem bricht irgendwann zusammen. Eine sanfte Landung mit einem geordneten Übergang in eine Schrumpfung wäre dabei ein seltener Glücksfall. Die Computerindustrie ist ein gutes Beispiel für Binswangers Schneeballsystem. Sie braucht ihre eigenen Erzeugnisse, um produzieren zu können, und sie muss ständig wachsen. Gleichzeitig ist sie darauf angewiesen, ihre Produkte weltweit zu verkaufen. Regionale Märkte wären zu klein, um die gewaltigen Investitionen in die Chipfabriken zu rechtfertigen. Irgendwann wird dieses System zusammenbrechen, und dann wird es vermutlich niemand wieder aufrichten können. Ein wirklich großer wirtschaftlicher Kollaps wäre der Tod des Internets und das Ende der Hoffnung auf eine friedlich vernetzte Welt.

Das verlorene Paradies wirtschaftlicher Autarkie

Zur Verdeutlichung hier ein Gedankenexperiment: Nehmen wir an, ein Stamm von steinzeitlichen Jägern und Sammlern muss plötzlich fliehen. Die Männer und Frauen haben nur die Bärenfelle gerettet, die sie am Leib tragen. Innerhalb von Stunden entzünden Mitglieder der Gruppe ein neues Feuer, schon nach wenigen Tagen haben sie neue Steinmesser hergestellt, Speere geschnitzt und Hütten gebaut. Ein einzelner Stamm von nur 100 Menschen vereinigt das gesamte Können und Wissen dieser Kulturstufe.

Steine und Holz für die Werkzeuge finden sich überall in der näheren Umgebung. Auch die sesshaften Bauern eines bronzezeitlichen Dorfs – hier reden wir nun von 500 bis 1 000 Menschen – konnten ihre Häuser binnen weniger Monate wieder aufbauen. Sie mussten allerdings Eisen und Bronze eintauschen, denn bereits in der frühen Bronze- und Eisenzeit waren Metalle längst nicht überall verfügbar. Das an den Küsten des Mittelmeers verarbeitete Gold kam teilweise aus Innerasien. Insgesamt war ein Gebiet von der Größe Bayerns aber durchaus groß genug, um alle wichtigen Güter zu liefern.

Schnitte man aber das heutige Europa vom Rest der Welt ab, fiele es sehr schnell um Jahrhunderte zurück. Wir haben zu wenig Erdöl, um unser Transportnetz in Gang zu halten und Kunststoffe herzustellen. Selbst Phosphatdünger würde knapp, denn die großen Lagerstätten liegen außerhalb Europas. Die landwirtschaftlichen Erträge würden zurückgehen, Nahrungsmittel könnten teuer werden. Uns fehlen auch die Rohstoffe für die Computerindustrie, besonders die sogenannten Seltenen Erden, die Metalle Tantal, Magnesium und Indium oder das Mineral Flussspat (Kalziumfluorit). Vermutlich hätten wir nicht einmal genügend Fachleute, um eine Computerindustrie auf dem aktuellen Niveau von Grund auf neu aufzubauen.

Aber auch die übrigen Kontinente Asien, Amerika, Afrika oder Australien ständen auf verlorenem Posten. Asien könnte vielleicht die Fabriken aufbauen, aber es fehlten ihnen die großen Absatzmärkte, sodass die Herstellung der Bauteile oder Fertigprodukte unwirtschaftlich wäre. Und selbst China, das bevölkerungsreichste Land der Erde, ist alles andere als autonom. Das Reich der Mitte muss ge-

waltige Mengen Stahl, Eisenerz und Rohöl einführen, um seine Wirtschaft in Gang zu halten. Sollten die Kontinente plötzlich den Kontakt untereinander verlieren, könnte keine Region den gegenwärtigen Stand der Informationstechnologie erhalten, geschweige denn ausbauen. Das Internet als höchste Stufe der Computer-Infrastruktur würde mit dem Zusammenbrechen der Server und der Verstärker für die Lichtwellenleiter binnen weniger Jahre verschwinden. Es würde auch nicht wiederkommen, denn Anlagen für die Produktion und selbst das Wissen darum würden sehr schnell verschwinden. Fast alle technischen Unterlagen existieren nur noch als Dateien, sie sind niemals gedruckt worden. Wenn die Server den Betrieb einstellen, verschwinden sie im elektronischen Nirwana.

Sollte eine globale Katastrophe oder ein großer Krieg den Weltmarkt für einige Zeit austrocknen, müssten die gewaltigen Fabs bald stillgelegt werden. Sie könnten nicht mehr rentabel produzieren. Nach kurzer Zeit würde ihre Ersatzteilversorgung zusammenbrechen, und sie könnten ihren Betrieb nicht wieder aufnehmen. Weil die meisten elektronischen Bauteile nur etwa fünf Jahre halten, würde auch das Internet relativ schnell zerreißen.

Selbst wenn kein Sonnensturm, kein Krieg und kein Vulkanausbruch die Zivilisation bedroht, sieht die Zukunft des Internets finster aus. Wie schon gezeigt, kann die gegenwärtige Computerindustrie nur funktionieren, wenn die Arbeitsteilung zwischen allen Kontinenten ständig reibungslos funktioniert. Derzeit leben sieben Milliarden Menschen auf der Welt, bald werden es neun Milliarden sein. Wovon sollen sie leben? Über uns schwebt das Damoklesschwert des weltweiten Klimawandels: Wird er

dafür sorgen, dass der Meeresspiegel unerwartet schnell steigt? Wird vielleicht der Monsun in Indien und Thailand keinen Regen mehr bringen? Oder werden wir in Europa einen Wechsel aus strengen Wintern und trockenen, heißen Sommern erleben? Dann müssen wir damit rechnen, dass die Weltbevölkerung nicht mehr ernährt werden kann. Die Anzahl der Menschen wird zurückgehen, oder brutal ausgedrückt: Einige Milliarden Menschen verhungern. Getreide und Fleisch würden unbezahlbar teuer. Die Menschen hätten kein Geld mehr für solche Spielereien wie Computer, Handys oder Navis. Viele der Fabriken würden stillgelegt werden und auf bessere Zeiten warten. Lassen sich aber komplexe technische Anlagen einfach einmotten? In der amerikanischen Science-Fiction-Serie *Stargate Atlantis* gelangen Menschen über ein Sternentor in eine seit 10 000 Jahren verlassene Stadt einer technisch weit entwickelten Rasse. Deren gesamte Infrastruktur und auch die Computeranlagen sind vollständig intakt und ein genialer Astrophysiker im Team hat bald einen Großteil der Systeme wieder in Betrieb genommen. Die reale Welt ist aber kein Science-Fiction, in dem sich uralte Technik auch dann wieder einschalten lässt, wenn sie jahrhundertelang geschlafen hat. Im wirklichen Leben sind nach zehn bis zwanzig Jahren die Elektrolytkondensatoren auf den Platinen so ausgetrocknet, dass sie durchschlagen und damit unbrauchbar werden. Kontaktflächen korrodieren, Halbleiter verändern ihre Kennkurven, Widerstände ihre Werte. Irgendwann verstehen sich die Komponenten nicht mehr und das System stellt seine Arbeit ein. Wenn ich nach zehn Jahren (von 10 000 Jahren gar nicht zu reden) den Hauptschalter einer

stillgelegten Fabrik umlege, dann werden wahrscheinlich die Leuchtstofflampen aufflammen und vielleicht die Klimaanlagen anspringen, aber die Computertechnik ist zum größten Teil tot – wenn sie nicht längst gestohlen wurde. Selbst wenn die Anlagen ständig bewacht werden, verschwinden immer wieder wertvolle Maschinen oder Bauteile. Facharbeiter und Ingenieure sind in alle Winde verstreut, im Ruhestand oder tot.

Auch die Bauteile des weltweiten digitalen Netzes altern mit erstaunlicher Geschwindigkeit. Optische Unterseekabel fallen nach ein bis zwei Jahrzehnten aus, wenn die in die Kabel eingeschalteten elektronischen Verstärker ihre Lebensdauer überschreiten. Die GPS-Satelliten fallen nach zehn Jahren vom Himmel, weil sie keinen Treibstoff mehr haben, um die Luftreibung auszugleichen. Das Netz der Basisstationen für den Mobilfunk wird so dünn, dass sich niemand mehr darauf verlassen kann. Weltweit zeigen die Handys immer öfter an, dass kein Netz verfügbar ist. Die Informationsgesellschaft stirbt einen leisen Tod.

Am Ende des Jahrhunderts wird eine auf zwei bis vier Milliarden geschrumpfte Menschheit froh sein, wenn sie nur bis ins 19. Jahrhundert zurückfällt. Die leicht zugänglichen Ölfelder sind leer gepumpt, und wahrscheinlich haben unsere Nachkommen nicht mehr die Mittel, die verbleibenden Reste mit vertretbarem Aufwand zu fördern. Pflanzenschutzmittel und mineralische Dünger werden knapp, sodass die Bauern kaum die Hälfte der heutigen Erträge von ihren Feldern holen werden. Alle erreichbaren Erzlager sind ausgebeutet. Um Kupfer, Eisen oder Zinn zu gewinnen, wird man die verlassenen Städte plündern.

Unsere Nachfahren werden von den Resten leben, die wir ihnen übrig lassen. Am Ende wartet eine zweite Steinzeit, und keine Bronzezeit wird sie jemals ablösen.

Alles nur Schwarzseherei?

Ich habe diese Gefahren mit Frank Bensberg diskutiert, Professor für Wirtschaftsinformatik an der Telekom-Hochschule in Leipzig. Er hörte sich das alles an, aber er wirkte weder überzeugt noch beunruhigt.

„Was ist mit Innovationen?", fragte er, „Du solltest vielleicht berücksichtigen, dass neue Erfindungen bestehende Technologien komplett ablösen und somit die Lage vollständig ändern können. Und nie ist so viel erfunden worden wie heute."

Das war ein guter Einwand, und mir fiel keine direkte Antwort ein. Zu keinem Zeitpunkt der Geschichte lebten so viele Menschen auf der Welt und niemals hatten sie so viel Verbindung untereinander. Nahezu das ganze Wissen der Menschheit ist auf Knopfdruck verfügbar. Deshalb steigt die Anzahl der Erfindungen in der Zeit des Internets stärker an als die Zahl der Menschen.

Müssen das Bevölkerungswachstum, der kommende Rohstoffmangel, die Umweltverschmutzung und der weltweite Temperaturanstieg wirklich zur Katastrophe führen? Könnten nicht neue Erfindungen die Situation stabilisieren? Schließlich sind Warnungen vor den tief greifenden Auswirkungen der Bevölkerungsexplosion nicht gerade neu. Der britische Ökonom Thomas Malthus veröffentlichte 1798 sein *Essay on the Principle of Population,* in dem er

darauf hinwies, dass die Bevölkerung exponentiell wächst, während die Ackerflächen nur linear zunehmen. Man nennt ein Wachstum *exponentiell,* wenn eine Größe (also zum Beispiel die Anzahl der Menschen) in einer bestimmten Zeit immer um den gleichen Prozentsatz wächst. Sagen wir beispielsweise, die Anzahl der Menschen verdoppelt sich alle fünfzig Jahre. Dann hätte sie sich nach 100 Jahren vervierfacht und nach 150 Jahren verachtfacht. Die Ackerfläche lässt sich natürlich nicht so einfach vergrößern. Die katastrophalen Hungersnöte in China (1959–1961) und Indien (1966) schienen Malthus recht zu geben. Seitdem haben Wissenschaftler aber so ertragreiche Getreide- und Reissorten entwickelt, dass heute sieben Milliarden Menschen besser ernährt sind, als drei Milliarden im Jahre 1960. Große Hungersnöte gab es in den letzten zwanzig Jahren nur im Gefolge von Kriegen. Auch das 2050 vermutete Maximum von 9,5 Milliarden Menschen sollte sich mit den heutigen Getreidesorten problemlos ernähren lassen, wenn die Anbaugebiete nicht schrumpfen.

Auch die Umweltverschmutzung war in Deutschland schon schlimmer. Der Rhein etwa ist heute sehr viel sauberer als noch von dreißig Jahren. Die Dunstglocke über den europäischen Großstädten hat sich weitgehend aufgelöst, in Peking allerdings färbt der Smog an manchen Tagen den Himmel gelb und nimmt den Menschen die Luft. Die im Jahr 1979 vorhergesagte Entwaldung Deutschlands ist ausgeblieben (das Stichwort lautet *Waldsterben*). Das liegt nicht zuletzt an den vielen Innovationen zum Schutz des Wassers, des Bodens und der Luft. Darf man da nicht Optimist sein?

Freuen wir uns nicht zu früh. Der amerikanische Geograf, Anthropologe und Physiologe Jared Diamond hat

in seinem Buch *Collapse* die Gründe für den Verfall und Sturz von Kulturen untersucht. Er glaubt nicht, dass technische Neuerungen unsere Kultur retten werden. „Der rasante Fortschritt der Technik im 20. Jahrhundert hat mehr schwierige neue Probleme geschaffen als alte gelöst", schrieb er. Warum, so fragt er, sollte sich das jetzt ändern?[31]

Unsere Gesellschaft beruht auf einer vollständig künstlichen Umwelt, deren Aufrechterhaltung Unmengen von Rohstoffen und Energie verbraucht. Dabei nehmen die Computer uns sehr viele intelligente Leistungen ab. Wir haben einen nie gekannten Komfort geschaffen, der auf einem beispiellosen Netzwerk von regionalen, nationalen und weltweiten Infrastrukturen beruht. Darauf könnten wir stolz sein, aber seltsamerweise bemühen wir uns ständig, das alles zu verbergen. Die Menschen wollen es einfach so. Niemand möchte eine Hochspannungsleitung vor der Tür haben, aber jeder erwartet selbstverständlich, dass Strom immer verfügbar ist. Niemand möchte neben einer Mobilfunkbasisstation wohnen, aber jeder erwartet immer und überall ein zuverlässiges Netz. Also versteckt sich die Technik, wo immer das möglich ist. Der Science-Fiction-Autor Arthur C. Clarke hat einmal die These aufgestellt, dass jede hinreichend fortgeschrittene Technologie von Magie nicht zu unterscheiden sei. Diese auch als Clarkes drittes Gesetz bekannte Feststellung hat heutzutage fast den Status eines Glaubenssatzes erreicht, tatsächlich aber beschreibt sie nur den bevorzugten Umgang mit der modernen Technik. Wir *könnten* sie wahrnehmen, denn sie ist keineswegs magisch, aber *wollen* nicht. Lieber überlassen wir uns der Illusion,

dass wir in einem verwunschenen Reich leben, in dem eine Handbewegung oder ein Zauberspruch magische Kräfte freisetzt. Technische Innovationen setzen sich am besten durch, wenn sie diese Illusion befördern. Irgendwann vergessen wir, dass wir dieses System selbst geschaffen haben. Spätestens dann ist der Niedergang besiegelt. Die virtuelle Welt des Internets ist nicht Teil unserer natürlichen Umwelt und sie bricht zusammen, wenn wir sie nicht ständig erhalten, warten und verbessern.

4
Der Verlust des Wissens

Die meisten Menschen nehmen unsere Zivilisation als einen breiten Strom wahr, der viele vergangene Kulturen als Zuflüsse nutzt. Die frühesten Quellen verschwimmen im Nebel der Zeit, aber vor rund 2 500 Jahren lichtet sich der Dunst. Wir sehen griechische Philosophen, die unter der hellen Sonne des Mittelmeers ihren Schülern die heute noch gültigen Grundlagen der Logik und Ethik beibringen. Teile ihrer Schriften sind bis heute erhalten. Die christlichen Kirchenlehrer entwickelten sie weiter und die Scholastiker des Mittelalters stritten um ihre Auslegung. Die Humanisten der Renaissance belebten die antiken Werte neu und ebneten den Weg für die Philosophie der Aufklärung. Auch die Naturwissenschaften bauen nicht zuletzt auf den Vorarbeiten des Altertums auf. Archimedes lehrte uns die Grundlagen der Mechanik. Die antiken Astronomen beobachteten sorgfältig die Gestirne und Planeten, sie wussten bereits um die Kugelgestalt der Erde.

Dank der fleißigen Arbeit unzähliger Historiker erscheint uns die Geschichte wie ein offenes Buch. Wir wissen, wer Julius Caesar ermordet hat, warum Sokrates den Giftbecher trank, wann London brannte. Wir kennen die Regierungszeit von Ramses I., Sargon II. und der ersten Dynastie des

T. Grüter, *Offline!,* DOI 10.1007/978-3-642-37737-2_4,

sumerischen Lagaš vor 4500 Jahren. Kluge Altertumsforscher haben die alten Keilschrifttafeln aus dem Zweistromland entziffert und die ältesten Schriftsprachen der Welt wieder lesen und sprechen gelernt. Die menschliche Kulturgeschichte, wie sie in den Schulen präsentiert wird, ist eine ungebrochene Folge von Verbesserungen, vielleicht zwischenzeitlich etwas ausgebremst vom dogmatisch finsteren Mittelalter. Aber davon abgesehen führt ein gerader Weg von der Steinzeit über die Antike bis zur Gegenwart. Dieses gängige Bild eines ungebrochenen historischen Fortschritts hat nur einen Schönheitsfehler: Es ist grundfalsch.

Tatsächlich wissen wir vom Ägypten der Pharaonen oder von Sokrates' Griechenland beschämend wenig. Unser Bild der antiken griechischen Gesellschaft mit ihren tapferen Soldaten und klugen Philosophen ist nichts als ein modernes Klischee. Lange hat man etwa geglaubt, dass damals zwar Redekunst und Weisheit hoch entwickelt waren, nicht aber das Handwerk. Inzwischen wissen wir es besser. Ein unscheinbarer Kasten aus einem versunkenen Schiff hat gezeigt, dass diese lieb gewordene Vorstellung unhaltbar ist.

Im Herbst des Jahres 1900 geriet ein griechisches Schwammtaucherboot unter dem Kommando des Kapitäns Dimitrios Kontos vor der Küste von Kreta in einen Sturm. Es rettete sich in den Hafen der winzigen Insel Antikythera. Die Männer befanden sich auf dem Rückweg von ihren Tauchgründen vor der tunesischen Küste. Naturschwämme brachten viel Geld, und auf den kargen griechischen Inseln war der Beruf des Schwammtauchers ein angesehener Broterwerb mit gutem Einkommen. Seit Einführung der Helmtauchanzüge mit externer Luftversorgung in den sechziger Jahren des 19. Jahrhunderts konnten

die Taucher in größere Tiefen absteigen und länger unter Wasser bleiben. Aber diese Arbeitserleichterung erkauften sie mit beträchtlichen Gefahren. Beim zu schnellen Auftauchen wurden sie oft genug ein Opfer der Taucherkrankheit. Dabei bilden sich Gasblasen im Körper, die zu starken Schmerzen, anhaltenden Lähmungen oder gar zum Tode führen. Dennoch: Für mutige und umsichtige Männer blieb die Schwammtaucherei der einträglichste Beruf auf den winzigen Inseln der Ägäis.

Das Boot von Kontos musste drei Tage auf Antikythera bleiben, bis sich der Sturm endlich legte. Der Kapitän schickte den Taucher Elias Stadiatis ins Meer, um zu sehen, ob es Schwämme zu ernten gab. Der tauchte schon nach wenigen Minuten aufgeregt wieder auf und sprudelte heraus, dass er Männer, Frauen und Pferde gesehen habe, alle tot, zerfallen und überkrustet. Kapitän Kontos, ebenfalls ein erfahrener Schwammtaucher, bestand darauf, selbst nachzusehen. Und wirklich: In 50 Meter Tiefe fand er parallel zum Strand auf einer Länge von etwa 50 Metern eine große Anzahl von Figuren, die wie Menschen und Pferde aussahen. Er erkannte schnell, dass sie nie gelebt hatten. Sein Taucher hatte sich von Statuen narren lassen. Einige schienen aus Marmor gefertigt zu sein, andere waren eindeutig aus Bronze gegossen. Kontos brach den Arm einer Bronzestatue ab und brachte ihn als Beweisstück mit an Bord. Was danach geschah, weiß niemand so genau. Gerüchte besagen, dass die Mannschaft zunächst einen Teil des Schatzes für sich selbst sicherte, indem sie so viel hochzog, wie an Bord passte. Davon war aber in den amtlichen Berichten später nie die Rede. Folgt man der offiziellen Version, fuhr Kapitän Kontos sofort seinen Heimathafen auf der Insel Syme an und beriet mit

den Notabeln der Insel, was zu tun sei. Danach reiste er mit dem Taucher Elias Stadiatis zum Nationalmuseum in Athen. Den Arm der Bronzestatue nahm er als Beweisstück mit. Für den Kultusminister Spyridon Staïs war die Aussicht auf ein antikes Wrack mit wichtigen Funden ein Geschenk des Himmels. Die griechische Regierung hatte schon Jahre zuvor am Ort der historischen Seeschlacht von Salamis nach Wracks und antiken Objekten suchen lassen, die erwarteten Funde waren aber ausgeblieben. Und jetzt kamen zwei einfache Schwammtaucher und servierten ihm ein antikes Schiff sozusagen auf dem Silbertablett.

Er schickte die beiden in Begleitung eines Archäologen auf einem Kriegsschiff nach Antikythera zurück. Bis zum September 1901 bargen Taucher eine Unzahl von wertvollen Gegenständen aus dem Wrack, darunter weitgehend vollständige Bronzestatuen, zerfressene Marmorfiguren, Keramiken und wundervoll gestaltete Glasgefäße. Die Taucher waren keine Wissenschaftler, sie achteten nicht darauf, wo die Gegenstände lagen, die sie mit Seilen hochhievten. Der Archäologe an Bord wäre seinerseits nie auf Idee gekommen, selbst in einen Taucheranzug zu steigen. So ist die genaue Position der Wrackladung bis heute unklar, denn die Taucher fanden keine Überreste des hölzernen Schiffsrumpfs. Das wunderte sie nicht. Sie wussten, dass Würmer und Muscheln das Holz längst zerfressen haben mussten. Erst viele Jahre später fanden andere Expeditionen Holzstücke, die – tief im Schlick vergraben – die Zeit überstanden hatten. Diese Splitter verhalfen endlich dazu, mehr über die Herkunft des Schiffs zu erfahren.

Das Nationalmuseum in Athen freute sich über die unvergleichlichen Funde, aber die dortigen Archäologen

vergaßen vor lauter Begeisterung, die Funde zu katalogisieren. Ohne besonderen Plan machten sie sich an die Untersuchung der auffälligen Funde und hätten dabei fast das erstaunlichste Stück der Sammlung übersehen, einen unscheinbaren, kalkverkrusteten Klumpen, etwa so groß wie ein dickes Telefonbuch. Mehrere Monate lang trocknete er vor sich hin, bevor er auseinanderbrach. Ein nicht mehr bekannter Museumsmitarbeiter alarmierte den Direktor Valerios Staïs. Die Namensähnlichkeit ist nicht ganz zufällig: Er war ein Neffe des Kultusministers. Zu seinem Erstaunen sah er mehrere bronzene Zahnräder im Inneren des zerbrochenen Klotzes schimmern. Das Kupfer und das Zinn der Bronze waren weitgehend korrodiert und glänzten in allen Farben.

Zahnräder im alten Griechenland? Niemand hatte bisher gewusst oder auch nur vermutet, dass irgendein Volk der Antike Uhrwerke oder Rechenmaschinen gebaut hatte. Die größte bekannte Leistung wurde Archimedes zugeschrieben. Er sollte angeblich ein Schneckengetriebe gebaut haben. Dabei greifen die Zähne eines großen Zahnrads in eine Spirale, die auf eine Achse gewickelt ist. Jede Drehung der Achse bewegt das Zahnrad um einen Zahn weiter. Das galt in der Antike als bemerkenswerte Leistung, wirkte aber im Vergleich zu dem jetzt aufgefundenen komplexen und filigranen Räderwerk geradezu primitiv. Wer könnte so etwas gebaut haben, und was stellte es dar? Beide Fragen blieben für lange Zeit unbeantwortet.

Zwei griechische Gelehrte, Johannes Svoronos und Pericles Rediadis, entzifferten die Fragmente der Inschriften auf dem Mechanismus und schlossen daraus, es müsse sich um ein Astrolabium gehandelt haben. Mit diesem recht

einfachen astronomischen Instrument lässt sich anhand von Uhrzeit und Tag die Stellung der Sonne und der wichtigsten Sterne bestimmen. Doch der bei Antikythera gefundene Mechanismus erschien schon auf den ersten Blick viel komplexer als jedes Astrolabium. Im Jahr 1905 hielt der deutsche Gelehrte Albert Rehm den Mechanismus für ein Planetarium, das die Bewegung der Sonne, des Mondes und der Planeten nachbilden sollte. Der griechische Marineoffizier Johannes Theophanidis hingegen veröffentlichte 1934 die These, dass es sich um ein Navigationsinstrument des gesunkenen Schiffs handeln müsse. Danach wurde es eine ganze Weile still um den Mechanismus. Er war so schlecht erhalten, dass ihn niemand zerlegen konnte, ohne ihn zu zerstören. Erst Ende der fünfziger Jahre des 20. Jahrhunderts kam wieder Bewegung in die Forschung. Der englische Wissenschaftshistoriker Derek de Solla Price organisierte die erste Durchleuchtung des Gegenstands mit Röntgenstrahlen. Dabei kamen weitere Zahnräder zum Vorschein. Price war auch der Erste, dem eine Rekonstruktion des Mechanismus gelang. Sie war nicht vollständig und teilweise falsch, zeigte aber schon, wie meisterhaft der Mechanismus konstruiert war. Weitere Untersuchungen wären sinnvoll gewesen, aber das Museum in Athen sperrte sich. Die Leitung hatte Angst um ihr empfindliches Fundstück. Nach mehrjährigen hartnäckigen Verhandlungen gelang es dem Mathematiker und Dokumentarfilmer Tony Freeth, den Verantwortlichen die Erlaubnis zu einer computertomografischen Untersuchung abzuringen. Ein Computertomograf ist ein Röntgengerät, das ein präzises dreidimensionales Abbild des durchleuchteten Körpers erstellt. Damit gelang es endlich, große Teile der ursprünglichen Funktion

des Mechanismus zu entschlüsseln. Demnach enthielt das Gerät mehr als 30 Zahnräder und konnte die Bewegungen von Sonne und Mond sowie Sonnen- und Mondfinsternisse exakt vorhersagen. Es berechnete außerdem die Daten der Olympiaden und anderer hellenistischer Spiele. Die Mondbewegung ist kompliziert, weil die Anziehungskräfte von Sonne und Erde gleichzeitig darauf einwirken. Der Mechanismus gab die Mondumläufe trotzdem sehr genau wieder. Die antiken Handwerker und Astronomen hatten also ein wahres Meisterstück der Nachbildung irdischer und himmlischer Mechanik berechnet und gebaut! Das Räderwerk hatten sie in ein Holzgehäuse von zehn Zentimetern Höhe und der Fläche eines DIN-A4-Blattes eingepasst. Vorne und hinten war es mit einer Bronzeplatte abgedeckt, auf die ein unbekannter Schreiber Sternauf- und -untergänge, Mondzyklen, Olympiaden und Monatsnamen eingraviert hatte. Die Zifferblätter waren beidseitig mit Holzdeckeln geschützt, deren Innenseite eine Gebrauchsanleitung enthielt. Man konnte den Mechanismus auf ein Datum voreinstellen und setzte dann mit einer seitlich angebrachten Kurbel das Räderwerk in Gang. Die Zeiger drehten sich und zeigten die Bewegungen der Himmelskörper an. Der Mechanismus verriet die nächsten Finsternisse von Sonne und Mond sowie praktischerweise die Daten der kommenden Hellenischen Spiele. Und er muss tatsächlich benutzt worden sein, denn er wurde mindestens einmal repariert. Faktisch handelte es sich um eine mechanische analoge Rechenmaschine, also um den ersten bekannten Computer! Er kann kein Einzelstück gewesen sein, denn die hohe Fertigungsqualität beweist, dass die Werkstatt mehrere Jahrzehnte Erfahrung mit solchen Rechenwerken besaß.

Wer hat dieses Gerät gebaut? Man weiß es nicht, bis heute ist keine antike Werkstatt oder Mechanikerschule bekannt, die solche Wunderwerke berechnen, entwerfen oder herstellen konnte.

Die zwischenzeitlich geborgenen Holzreste haben auch mehr über das versunkene Schiff verraten. Es stammt nicht aus Griechenland, sondern aus Italien und ging etwa 65 v. Chr. unter. Nicht die Griechen, sondern die Römer hatten also die wertvolle Ladung transportieren lassen. Das Schiff kam vermutlich von der Küste der heutigen Türkei und brachte Kriegsbeute nach Rom. Der außerordentlich hohe Wert der Ladung spricht dafür, dass der Feldherr Pompeius oder einer seiner höchsten Offiziere das Schiff gechartert hatte. Wo der Mechanismus tatsächlich an Bord kam, konnte nicht rekonstruiert werden. Der schon erwähnte Historiker de Solla Price schrieb bereits 1959 in *Scientific American*: „Es ist ein wenig beängstigend, dass die alten Griechen kurz vor dem Fall ihrer großartigen Zivilisation unserer heutigen Zeit so nahe gekommen waren – nicht nur in ihrem Denken, sondern auch in ihrer wissenschaftlichen Technik."

Müssen wir die Geschichte jetzt umschreiben? Ganz ohne Zweifel fehlen in unserem Bild der griechischen Kultur viele wichtige Facetten. Der Mechanismus kann kein Einzelstück gewesen sein, er sieht eher nach einer Serienproduktion aus. Trotzdem hat kein Dokument überlebt, das ihn erwähnt. Wir wussten nicht einmal, dass es überhaupt Werkstätten gab, die komplexe Räderwerke bauen konnten. Haben sie vielleicht auch andere Mechanismen gebaut? Die Historiker zucken die Achseln. Gab es eine Schule für Astronomen, die das erstaunlich genaue Wissen über die Bewegungen von Sonne und Mond gelehrt hat? Wieder

heißt es: Davon ist nichts überliefert. Bevor der Mechanismus durch einen irrwitzigen Zufall buchstäblich ans Licht kam, wussten wir nicht einmal, dass unser Wissen über die antike griechische Kultur solche gewaltigen Lücken hat.

Haben wir eventuell die falschen antiken Bücher gelesen? Die Schriften heutiger Philosophen würden einem zukünftigen Historiker schließlich auch wenig über den Stand der modernen Digitaltechnik verraten. Aber in der Antike schrieben nicht nur die Philosophen umfangreiche Bücher.

Zeit für eine Bestandsaufnahme: Wie viele Schriften antiker Autoren haben überhaupt die Zeit überdauert und wie viele sind verschollen? Die Frage ist nicht leicht zu beantworten, denn von vielen Werken wissen wir vielleicht nicht einmal, dass sie je existiert haben. Einige der überlieferten Schriften beziehen sich allerdings ausdrücklich auf verschollene Werke. In diesen Fällen wissen wir wenigstens, dass es sie gegeben haben muss. Einige Beispiele:

Der Universalgelehrte Eratosthenes von Kyrene (etwa 275–194 v. Chr.) galt als einer der wichtigsten Wissenschaftler der Antike. Er bestimmte mit den damals verfügbaren Mitteln den Erdumfang und kam auf einen Wert, der nur etwa vier Prozent zu hoch liegt. Er entwarf eine Karte der damals bekannten Welt und schloss aus den Funden versteinerter Muschelschalen, dass die libysche Wüste einstmals ein Meer war. Mehrere Jahrzehnte lang leitete er die berühmte Bibliothek von Alexandria. Dieses Amt gewährte ihm Zugang zum gesamten Wissen der hellenistischen Welt. Viele spätere Autoren haben Eratosthenes' Werke zitiert. Abschriften seiner Bücher müssen im ganzen Mittelmeerraum in vielen Bibliotheken vorrätig gewesen sein. Trotzdem ging sein Werk in der Spätantike bis auf

wenige Fragmente verloren. Der Astronom, Mathematiker und Geograf Hipparchos (etwa 190–120 v. Chr.) war nicht unbedingt ein Freund des Eratosthenes, dessen Weltkarte er für ungenau hielt. Hipparchos ist bis heute ebenso hoch angesehen, er gilt als Begründer der wissenschaftlichen Astronomie. Auch sein Werk hat die Zeit nicht überdauert.

Der römische Gelehrte Gaius Plinius Secundus (23–79 n. Chr.), genannt Plinius der Ältere, gilt als einer der besten und fleißigsten römischen Naturforscher. Sein Werk *Naturalis Historia* fasst die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse seiner Zeit in 37 Bänden zusammen. 20 000 Tatsachen aus Tausenden von Werken anderer Autoren hat er nach eigenen Angaben darin aufgelistet. Dieses Werk ist uns erhalten geblieben, ein Großteil seiner Quellen ist dagegen verschollen. Plinius war auch ein exzellenter Historiker. Er schrieb eine Geschichte der Germanienkriege in 20 Bänden und eine ausführliche Geschichte Roms in 31 Bänden. Diese wichtigen, von anderen antiken Autoren immer wieder zitierten Werke hat die Zeit indes verschluckt.

Einige Forscher haben herauszufinden versucht, ob heute der größere Teil antiker Schriften erhalten oder verloren ist. Das Ergebnis ist erschreckend.

Die berühmte Bibliothek von Alexandria bewahrte zu ihrer Blütezeit zwischen 250 v. Chr. und etwa 350 n. Chr. mehrere Hunderttausend Bücher auf.[32] Keine Schriftrolle und kein Kodex dieses gigantischen Bestandes sind erhalten geblieben. Im Römischen Reich stifteten Kaiser und reiche Privatleute gerne öffentliche Bibliotheken. Selbst in einer Provinzstadt konnten die Bürger Werke bekannter Autoren lesen und für ihre Privatbibliotheken kopieren lassen. Als das Reich unterging, plünderten und brand-

schatzten fremde Heere die wohlhabenden Städte. Was die Barbaren übrig ließen, fiel fanatischen Christen zum Opfer. Sie durchkämmten die privaten und öffentlichen Buchbestände und vernichteten alles, was nach Heidentum oder Ketzerei aussah. Einige Bücher überstanden zwar diese Stürme und Erschütterungen, aber es fand sich niemand mehr, der sie kopieren wollte, sodass sie irgendwann unleserlich wurden.

Im Jahr 473 brannte die große Bibliothek von Konstantinopel nieder. Wieder verschwanden mehr als 100 000 Bücher. Den Bibliothekaren gelang es in den nächsten Jahrhunderten, ihren Bestand an klassischen Werken wieder einigermaßen aufzubauen. Dort und nur dort haben viele Schriften antiker Autoren überlebt. Mit der Einnahme Konstantinopels durch Sultan Mehmed II. im Jahr 1453 endet die Geschichte der Bibliothek. Flüchtlinge konnten nur wenige der wertvollen Bücher retten, der gesamte übrige Bestand ist verloren. Einige antike griechische Werke sind ins Arabische übersetzt worden und haben auf diesem Wege überlebt. Im Westen des Römischen Reichs gab es keinen Zufluchtsort für antikes Wissen. Ab dem 6. Jahrhundert fanden sich in Italien, Frankreich, Spanien oder Nordafrika kaum mehr städtische Bibliotheken. Nur Klöster erstellten, sammelten und kopierten noch alte Schriften. Ein Bestand von mehreren Hundert Kodizes galt schon als bedeutende Sammlung. Das Kloster St. Gallen, eines der Zentren frühmittelalterlicher Gelehrsamkeit, rühmt sich, 500 Handschriften aus der Zeit vom 5. bis 12. Jahrhundert zu besitzen.[33]

Nur wenige der im Kloster aufbewahrten Dokumente sind Abschriften antiker Autoren, mehr als die Hälfte

befasst sich allein mit Aspekten des christlichen Glaubens. Der Rückgang von den 100 000 Büchern der Bibliothek von Alexandria auf die 500 Handschriften der Stiftsbibliothek St. Gallen ist schon bemerkenswert.

Die meisten Historiker nehmen deshalb an, dass allenfalls ein Prozent der antiken Schriften überlebt hat. Dabei sind Bücher und Schriften noch deutlich besser erhalten geblieben als beispielsweise Musik. Niemand kennt heute mehr die Lieder und Tänze der Antike. Die Welt der alten Römer und Griechen ist also keineswegs so gut erforscht und bekannt, wie die vielen historischen Romane es suggerieren. Wir kennen nicht einmal die lateinische Alltagssprache der frühen Kaiserzeit. Sie unterschied sich deutlich von der Schriftsprache und ist nur in wenigen Fragmenten überliefert. Werden künftige Historiker von unserer Zeit mehr wissen? Schließlich leben wir in der Informationsgesellschaft. Jede noch so unwichtige Einzelheit wird digital gespeichert und kann später abgerufen werden. Trotzdem könnte unsere Zeit in 2000 Jahren schlechter dokumentiert sein als die Antike heute, denn unser digitales Wissen ist auf Medien gespeichert, die selten mehr als 30 Jahre überstehen.

Die Unbeständigkeit der Erinnerung

Die Bewahrung von aufgezeichnetem Wissen, von Fertigkeiten und sozialen Konventionen ist immer eine aktive Tätigkeit. Sie gehört zu den wichtigsten Aufgaben der Menschheit. Deshalb wäre es ein fataler Fehler, sich darauf zu verlassen, dass im Internet nichts verloren geht.

Tab. 4.1 Lebensdauer von Aufzeichnungsmedien

Medium	**Lebensdauer (Jahre)**	
	durchschnittlich	**unter optimalen Bedingungen**
Steinzeichnungen (Höhlenmalereien)	1000	>35000
Steintafeln und Felsbilder, graviert oder geschabt	1000	>20000
Tontafeln	100	>4000
Pergamentrollen	100	>2000
Papyrosrollen	100	>3000
Bücher, säurefrei	200	>1000
Bücher, säurehaltig	50	>100
Fotos farbig	10–20	>100
Fotos schwarzweiß	50–100	unbekannt
Magnetbänder	30	unbekannt
Disketten	3–10	unbekannt
Festplatten	2–10	unbekannt
CD-ROM, DVD	20–50	unbekannt
CD-R, CD-RW, DVD-R	5–10	unbekannt
USB-Stick mit Flashspeicher	10–30	unbekannt

Alle Aufzeichnungen müssen ständig erneuert werden, sonst verblassen oder zerfallen sie. Das gilt sowohl für die Felszeichnungen der Steinzeit als auch für modernste elektronische Medien. Natürlich hält eine Steintafel mit Hieroglyphen länger als eine Festplatte, aber prinzipiell zerfällt früher oder später alles zu Staub. Tabelle 4.1 zeigt die Lebensdauer einiger gängiger Aufzeichnungsmedien der letzten Jahrtausende.

Die ältesten Steinzeichnungen und Höhlenbilder stammen aus der Altsteinzeit und sind mehr als 35 000 Jahre alt. Wir verstehen heute nicht mehr, was die Menschen damals dokumentieren oder ausdrücken wollten, aber wir sehen immerhin, welche Tiere in ihrer Lebenswelt vorkamen und auf welche Weise unsere frühen Vorfahren sie gejagt haben. Tontafeln mit Keilschrift haben sich 4 000 Jahre lang erhalten. Viele davon können wir heute wieder entziffern, weil es im 19. und 20. Jahrhundert gelang, die toten Sprachen der Texte zum Leben zu erwecken.

Papyrus ist unter guten Bedingungen jahrtausendelang haltbar. Im trockenen Klima Ägyptens hat man einige mit Hieroglyphen bedeckte Schriftrollen gefunden, die mehr als 3 000 Jahre alt sind. Der *Papyrus Ebers* gibt zum Beispiel einen hervorragenden Einblick in die ägyptische Heilkunst vor etwa 3 500 Jahren. Unter schlechten Bedingungen, etwa bei zu feuchter Lagerung, zerfallen Papyri jedoch relativ schnell. Eine gute Bibliothek achtet deshalb auf optimale Lagerbedingungen und fotografiert den Inhalt ab.

In Altertum und Mittelalter mussten Bücher und Schriftrollen regelmäßig kopiert werden, sonst war ihr Inhalt irgendwann verloren. Gute Kopisten waren selten, das Material teuer und die Arbeit langwierig. Jede Abschrift vermehrte die Fehler im Text, sodass ein Werk allein durch vielfaches Kopieren bereits Teile seines Inhalts einbüßte. Gegen 1450 erfand Johannes Gutenberg den Buchdruck mit beweglichen Lettern und machte die Vervielfältigung von Texten einfacher, schneller und billiger. Bei guter Behandlung halten gedruckte Bücher mehrere Hundert Jahre. Werke, die bis 1500 gedruckt wurden, bezeichnet man als Inkunabeln, zu Deutsch „Wiegendrucke“, weil sie in der frühesten Ju-

gend des Buchdrucks entstanden. Rund 550 000 Exemplare von 27 500 verschiedenen Inkunabeln sind bis heute erhalten. 19 900 Exemplare lagert allein die Bayerische Staatsbibliothek in München. Das älteste Buch in meiner persönlichen Bibliothek stammt aus Frankreich und hat mehr als 260 Jahre in gutem Zustand überlebt. Der Rücken ist nicht gebrochen, die Bindung intakt, die Schrift tadellos lesbar. Auf dem Titelblatt trägt es den Vermerk der königlich-französischen Zensurbehörde „Avec Approbation & Privilége du Roi". Als das Buch 1751 in Druck ging, war Ludwig XV. König von Frankreich. Der Siebenjährige Krieg, der den Aufstieg Preußens zur Großmacht einleitete, lag noch in einer ungewissen Zukunft und nichts deutete darauf hin, dass keine vierzig Jahre später die Französische Revolution die Monarchie in Frankreich hinwegfegen würde.

Leider sind nicht alle meine Bücher in einem so guten Zustand. Die Seiten von Joseph Johann von Littrows *Die Wunder des Himmels* aus dem Jahr 1913 färben sich an den Rändern braun und werden spröde. Das zwischen 1860 und 1990 verwendete säurehaltige Papier zerfällt binnen weniger Jahrzehnte, weil die langsam freigesetzte Säure das Papier spröde und brüchig macht.

Heutzutage speichern wir Texte, Fotos, Filme oder Tonaufzeichnungen fast nur noch in digitaler Form auf elektronischen, magnetischen oder optischen Datenträgern. Deren Kapazität hat sich in wenigen Jahrzehnten vervielfacht. Der erste IBM-PC von 1981 hatte als Massenspeicher zwei Diskettenlaufwerke mit 160 Kilobyte.[34] Disketten speichern Daten auf runden magnetisierten Polyethylenscheiben, die von einer rechteckigen Hülle aus Kunststoff umgeben sind. In einem Laufwerk wird die runde Magnetscheibe in

schnelle Rotation versetzt. Dünne Lagen aus Fließ verhindern, dass die Magnetscheibe dabei Schaden nimmt oder Kratzer bekommt. Durch ein in die Hülle geschnittenes Fenster setzen im Laufwerk kleine Schreib-/Leseköpfe auf die Magnetscheibe auf. Sie können die magnetisch gespeicherten Informationen auslesen oder verändern. Disketten waren launisch und empfindlich. Auf schlechte Behandlung reagierten sie gerne mit dem Verlust der ihnen anvertrauten Daten. Wer seine Texte und Programme erhalten wollte, tat gut daran, Kopien auf mehrere Disketten zu verteilen und einmal im Jahr die Magnetisierung aufzufrischen. Eine Textseite benötigt etwa zwei Kilobyte, Bilder oder Diagramme nehmen deutlich mehr Platz ein. Die frühen IBM-PC-Disketten reichten also nicht aus, um beispielsweise eine Doktorarbeit abzuspeichern. Wer viel schrieb, brauchte viele Datenträger. Heute sind Disketten längst aus der Mode, aktuelle PCs und Laptops können sie nicht mehr bearbeiten. Aber viele Menschen über vierzig haben noch immer umfangreiche Diskettenarchive. Sie bewahren darin wichtige Texte, Bilder und Briefe aus zwei Jahrzehnten ihres Lebens auf. Und natürlich wissen sie, dass ihre modernen Computer die Datenträger nicht mehr lesen können. Irgendwann werden sie sich ein passendes Laufwerk leihen und alles umkopieren; das haben sie sich jedenfalls fest vorgenommen. Tatsächlich aber dürfte der Großteil der Archive schon heute verloren sein.

Übrigens sind magnetische Speichermedien noch immer weit verbreitet. Die heute in jeden PC und Laptop eingebauten Festplatten speichern die Daten intern auf schnell rotierenden Magnetscheiben. Viele professionelle Archivierungssysteme arbeiten immer noch mit Magnetbändern. Bandspeicher gelten als sehr zuverlässig, sie halten ihre

Daten zehn bis dreißig Jahre. Eine CD-R oder DVD-R muss dagegen spätestens nach fünf Jahren umkopiert werden, wenn die darauf verwahrten Daten dauerhaft lesbar bleiben sollen. Auch eine Festplatte arbeitet kaum mehr als drei bis fünf Jahre einigermaßen verlässlich. Verglichen mit den Jahrhunderten, die ein Buch übersteht, sind die Erwartungen an die Haltbarkeit moderner Datenträger also sehr bescheiden. Das könnte sich als fatal erweisen, denn das gespeicherte Wissen macht den Reichtum der Informationsgesellschaft aus. Nie wurde so viel Wissen produziert, und keine Gesellschaft hat derart wichtige Werte so unsicheren Speichermedien anvertraut. Schon in hundert Jahren könnte vom Reichtum unseres Wissens mehr verloren sein als heute von den Werken der Antike.

Die Informationsexplosion

Wir leben in einer Informationsgesellschaft. Von überallher stürzen Fakten, Daten, Berichte, Bilder und Töne auf uns ein. Im World Wide Web veröffentlichen Milliarden Menschen Texte, Bilder, Videos und Tondateien. Die Datenmenge sprengt inzwischen jedes vorstellbare Maß.

Allein die Anzahl wissenschaftlicher Veröffentlichungen verdoppelt sich alle zehn bis fünfzehn Jahre. Diese Abschätzung stammt aus dem 1963 erschienenen Buch *Little Science, Big Science* von Derek de Solla Price, jenem umtriebigen Wissenschaftshistoriker, der auch den Mechanismus von Antikythera erforscht hat. Er gehört zu den Begründern der „Scientometrie“, dem Fachgebiet, das sich der zahlenmäßigen Erfassung der Wissenschaft widmet. Eine erschöpfende Zählung von wissenschaftlichen Publi-

kationen ist nicht ganz einfach, aber de Sollas Abschätzung dürfte auch heute noch Bestand haben. Die vom Wissenschaftsverlag Elsevier betriebene Datenbank Scopus hatte im November 2012 mehr als 49 Millionen wissenschaftliche Artikel erfasst. Davon stammten 28 Millionen aus der Zeit nach 1996.[35] Die Datenbank *PubMed* listete Anfang 2013 mehr als 22 Millionen Veröffentlichungen aus dem Bereich der biomedizinischen Forschung. Jede Veröffentlichung verdichtet ihrerseits bereits Daten. Die Menge dieser sogenannten Rohdaten wächst deshalb vermutlich noch schneller als die Zahl der Publikationen. Betrachten wir ein Beispiel aus der Astronomie:[36] Im Jahre 1994 digitalisierte das Space Telescope Science Institute in Baltimore, USA eine fotografische Durchmusterung des Nachthimmels. Daraus generierte es eine Datenbank mit einem Umfang von 73 Gigabyte (73 000 000 000 Byte). Das war damals eine unvorstellbare Datenflut. Im Jahr 2015 soll in Chile das acht Meter große *Large Synoptic Survey Telescope* (LSST) in Betrieb gehen. Es hat einen außerordentlich großen Blickwinkel und eignet sich deshalb speziell für Durchmusterungen großer Himmelsbereiche. Es wird in einer einzigen klaren Nacht etwa 30 Terabyte (30 000 000 000 000 Byte) Daten generieren.

Die vergessenen Bänder der NASA

Das Sammeln riesiger Datenmengen ist eine Sache, das Auswerten eine andere. Das musste auch die NASA bereits erleben.[37] Sie lagert in luftdichten Metallkanistern mehr als 1,2 Millionen Bandspulen mit Computerdaten von ihren Weltraummissionen. Im Jahr 1988 erfuhr Eric Eliason

vom United States Geological Survey, dass mehr als 3 000 Bandspulen von Viking-Missionen aus den 1970er Jahren niemals bearbeitet worden waren. Die NASA hatte schlicht kein Geld gehabt, um die vielen Tausend Bilder der Marssonden vollständig auswerten zu lassen. Sie überließ Eliason die Spulen, aber damit fingen seine Probleme erst an.

Er konnte die Daten zwar einlesen, aber das Format gab ihm Rätsel auf. Die mitgelieferte Dokumentation war wenig hilfreich. „Es war alles in technischem Jargon geschrieben", sagte er der *New York Times* in einem Gespräch. „Das war vielleicht für diejenigen verständlich, die das vor zwanzig Jahren geschrieben haben, aber nicht für mich." Eliason fand immerhin heraus, mit welchen Programmen die NASA in den siebziger Jahren die Bilder bearbeitet hatte. Aber diese Programme liefen nur auf alten Computern, die längst durch neue ersetzt waren. Der Quellcode war nicht mehr aufzutreiben. Erst nach einem Jahr gelang es Eliason, aus den Daten Bilder zu gewinnen. Darunter war zu seiner Freude ein sehr scharfes und vorher unbekanntes Bild des riesigen Vulkans Mons Olympus, dem höchsten Berg des Mars. Dieser Vorfall blieb nicht die einzige Datenpanne der NASA.

Im Jahr 2006 musste die Organisation zugeben, dass sie die Aufzeichnungen der Fernsehübertragung der ersten Mondlandung aus dem Jahr 1969 verlegt hatte. Drei Jahre später wurden sie gefunden – waren aber nicht mehr lesbar. Sie gehörten zu einer Charge von 200 000 aussortierten Bändern, die die NASA, um Geld zu sparen, zur Wiederverwendung entmagnetisiert hatte. Zum Glück fanden sich die Aufzeichnungen dann doch noch im Archiv des amerikanischen Fernsehsenders CBS. Sie waren in erstaunlich gutem Zustand und die NASA ließ sie hastig digitalisieren

und nachbearbeiten. Deshalb können wir die Bilder der Mondlandung jetzt in besserer Qualität sehen als je zuvor.[38] Die NASA wird sicherlich noch mehr Daten verlieren, aber dann ist vielleicht niemand zur Stelle, der wichtige Informationen in letzter Sekunde vor dem Nirwana rettet.

Das ungesicherte Vermögen der Informationsgesellschaft

In beiden beschriebenen Fällen war Geldmangel die Ursache der Beinahe-Katastrophe. Die Archivierung und sichere Aufbewahrung von Daten und Datenträgern kostet Geld und braucht viel Platz. Dabei ist es ganz gleich, ob die Daten in Büchern, auf CDs oder Computerbändern festgehalten sind. Weil immer mehr Daten auf immer kurzlebigeren Datenträgern aufbewahrt werden, müssen die Inhalte in immer kürzeren Abständen migriert, d. h. umgeschichtet werden. Archive und Bibliotheken klagen schon heute über Geldmangel. Wenn nur für ein paar Jahre oder gar Jahrzehnte zu wenig Mittel zur Verfügung stehen, zerfallen unsere Archive mit einer nie geahnten Geschwindigkeit. Sollten wir eines Tages eine große weltweite Wirtschaftskrise erleben, werden wir innerhalb von wenigen Jahren unglaublich viele Daten und Informationen unwiderruflich verlieren. Dieses immaterielle Vermögen bildet jedoch die Grundlage unserer Gesellschaft. Wenn wir es gedankenlos und fahrlässig verkommen lassen, vernichten wir die Basis der Informationsgesellschaft. Im Moment deutet leider nichts darauf hin, dass öffentliche oder private Institutionen nach dieser Erkenntnis handeln, im Gegenteil, immer mehr

Daten werden in die *Cloud* ausgelagert. Darunter versteht man Datenzentren, die irgendwo auf der Welt stehen und über Internet erreichbar sind. Die privaten Dienstleistungsunternehmen, die diese Zentren betreiben, müssen Gewinne erwirtschaften. Sie sorgen nur so weit für die Sicherheit der Daten, wie es für ihr Geschäft erforderlich ist. Wenn ein Unternehmen zahlungsunfähig wird, garantiert niemand mehr für die gespeicherten Filme, Bilder, Texte und Tabellen. Ein Beispiel: Im Jahr 2009 schloss Yahoo den Freehoster GeoCities. Seit 1994 hatte dieser Anbieter jedem, der sich anmeldete, kostenlos eine Webpräsenz zur Verfügung gestellt. Thematisch ähnliche Seiten konnten sich zu Nachbarschaften zusammenschließen. Der Dienst umfasste zum Zeitpunkt seiner Schließung einige Millionen Seiten. Verschiedene Gruppen wie Jason Scotts Archive Team („The Geocities Project")[39] und Archive.org („Saving a Historical Record of GeoCities")[40] bemühten sich um die Rettung der teilweise längst verwaisten Seiten. Yahoo half ihnen kaum und deshalb weiß niemand, ob sie fast alle oder nur einen Bruchteil der Seiten gerettet haben.

Google liefert bekanntlich nicht nur Links, sondern digitalisiert auch Bücher, deren Inhalt auf eigenen Servern lagert. Bis 2015 möchte der Internetriese 15 Millionen Bücher scannen. Die Kosten trägt Google zum Großteil selbst. Aber der Konzern lebt zu 97 Prozent von Werbeeinnahmen. Bleibt die zahlende Kundschaft aus oder wandert zur Konkurrenz ab, müsste Google Inc. sich nach neuen Geldquellen umsehen oder einige Serverfarmen schließen. Es ist keineswegs sicher, ob dann alle Inhalte erhalten bleiben können.

Zu den bewahrenswerten modernen Kulturleistungen gehören übrigens auch Computerspiele. *Pacman*, *Super*

Mario, *Space Invaders* gehören zur Lebenswelt des späten 20. Jahrhunderts und die *Grand Theft Auto*-Serie zur aktuellen Popkultur. Im Jahr 2012 erlöste das Kampfspiel *Call of Duty: Black Ops II* allein am ersten Verkaufstag mehr als 500 Millionen US-Dollar. Wenn ein späterer Historiker die Kultur des frühen 21. Jahrhunderts beurteilen will, sollte er diese Spiele also kennen und berücksichtigen. Die meisten Computerspiele sind für ganz bestimmte Kombinationen von Computerhardware und Betriebssystemen geschrieben. So galt das Spiel *Flugsimulator* von Microsoft lange Zeit als Nagelprobe für die Frage, ob ein System wirklich mit dem IBM-PC übereinstimmte. Die Software nutzte die Eigenschaften von Rechner und Betriebssystem vollständig aus, sodass viele Nachbauten nicht mithalten konnten. Deshalb reicht es nicht, bei Spielen nur die Programme und Daten zu erhalten. Auch die Systemumgebung muss entweder eingelagert oder durch spezielle Programme nachgebildet (emuliert) werden.

Das deutsche Computerspielmuseum in Berlin-Friedrichshain hatte bei seiner Eröffnung Ende Januar 2011 beispielsweise 16000 Softwaretitel sowie 2300 Abspielgeräte und Controller gesammelt. Die Anlagen altern natürlich und es ist fraglich, ob sie in zehn oder zwanzig Jahren noch funktionieren. Ist also eine Software-Emulation besser? Das ist schwer zu beurteilen. Sie muss sämtliche Systemeigenschaften peinlich genau nachbilden, wenn alle Spiele tatsächlich funktionieren sollen. Das macht die Entwicklung so langwierig und teuer, dass man sich letztlich immer mit einem Kompromiss begnügen muss.

Das Beispiel der NASA-Mars-Bilder zeigt, dass es nichts nutzt, Daten mechanisch umzukopieren, wenn das Format

oder die Formatierungsinformationen nicht mehr bekannt sind. Das Gleiche gilt auch für Texte, Bilder, Filme, Töne, Präsentationen, E-Mails oder Arbeitsblätter. Entweder muss man also das Format vollständig dokumentieren oder die Programme aufbewahren, mit denen sie geschrieben wurden. Auch das hilft nicht viel, wenn die Systemumgebung der Programme nicht mehr existiert. Aus diesem Grund benutzen immer mehr Archive das Format PDF (Portable Document Format). Es ist ausdrücklich dafür ausgelegt, auf möglichst vielen Systemumgebungen zu laufen. Allerdings hat die Herstellerfirma Adobe die Formatdefinition lange geheim gehalten. Erst ab der Version 1.7 ist die Beschreibung zugänglich und als ISO-Norm 32000 international standardisiert.

Sollte in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts der Klimawandel zu Missernten und katastrophalen Stürmen führen, dann stünde weltweit weniger Geld für die Erhaltung der Daten zur Verfügung. Das Internet würde weitmaschiger und begänne unter „Gedächtnisschwund" zu leiden. Auch die Anzahl der angeschlossen Systeme und die Übertragungsgeschwindigkeit würden nachlassen. Die Wartung käme ins Stocken und der Preis für die Wiederherstellung des alten Zustands würde immer höher. Irgendwann wird das System in das Endstadium der elektronischen Demenz eintreten. Im Jahr 2100 werden dann die Alten ihren ungläubigen Enkeln davon erzählen, dass Google Maps ihnen jeden Ort der Erde mit einer Auflösung von wenigen Metern auf den Bildschirm brachte.

Handwerk hat schwindenden Boden

Neben dem reinen Buchwissen gibt es Fertigkeiten, die ein Lehrer seinen Schülern unmittelbar weitergibt. Sie werden oft nicht aufgeschrieben und sind unweigerlich verloren, wenn der Weitergabeprozess unterbrochen wird. Beispielsweise weiß heutzutage niemand mehr, wie die Ritter im Mittelalter mit ihren Schwertern gekämpft haben. Im Spätmittelalter hatte sich eine regelrechte Kampfkunst mit diversen, genau unterschiedenen Disziplinen entwickelt. Gefochten wurde mit Kurzschwert und Rundschild, mit dem Langschwert, zu Fuß oder zu Pferd. Aber die vielen Fechtschulen dieser Zeit sind lange ausgestorben und die wenigen überlieferten Handbücher hatten niemals die Aufgabe, einen Lehrer zu ersetzen. Heute versucht man eher schlecht als recht, aus den spärlichen Zeichnungen und Texten die Kampftechniken zu rekonstruieren.

Sogar die grundlegenden Fertigkeiten der Menschen verschwinden nach und nach. Die Beherrschung des Feuers etwa gilt als der erste wichtige Schritt zur Menschwerdung. Doch wer kann heute noch ohne Streichhölzer ein Feuer anzünden? Heute bilden in Deutschland nur noch etwa zwanzig Meister des Schmiedehandwerks ihre Lehrlinge in traditioneller Weise aus. Die uralten Schmiedefeuer, die einst das Ende der Steinzeit markierten, drohen endgültig zu erlöschen.[41] Und selbst in der jungen Informationstechnologie gehen gerade erworbene Fertigkeiten bereits wieder verloren. Ein Beispiel: In den neunziger Jahren des 20. Jahrhunderts stellten Firmen und Behörden fest, dass viele ihrer Computerprogramme die Jahreszahl nur mit zwei Stellen gespeichert hatten: *1987* wurde einfach als *87* abgekürzt.

Bis zum Jahr 2000 war das nicht weiter schlimm, aber danach konnten die Programme nicht mehr zwischen 1910 und 2010 unterscheiden. Firmen und Behörden hatten in den sechziger und siebziger Jahren viele Hundert Millionen Zeilen Programmcode erstellen lassen, die jetzt durchgesehen werden mussten. Zu jener Zeit war Speicherplatz knapp und die Programmierer mussten sich allerlei Tricks und Umwege einfallen lassen, um große Datenmengen zu verarbeiten. Dazu gehörte auch die Idee, für die Jahreszahl nur zwei statt vier Stellen zu verwenden. Durch die rasante Entwicklung der Computertechnik entfielen diese Beschränkungen bereits in den neunziger Jahren, und bald wusste niemand mehr, warum die Programmierer bestimmte Funktionen auf eine seltsam umständliche Art realisiert hatten. Hinzu kam, dass die meisten kaufmännischen Anwendungen der siebziger Jahre in der Sprache COBOL geschrieben waren, die mit der Ablösung der Großrechner durch PCs immer mehr aus der Mode kam. Viele IT-Abteilungen beschäftigten keine Softwareentwickler mehr, die in COBOL geläufig programmieren konnten oder die gängigen Tricks zum Einsparen von Speicherplatz beherrschten. Jetzt schlug die Stunde der Rentner und Pensionäre: Viele Firmen und Behörden holten ehemalige Angestellte aus dem Ruhestand und zahlten älteren EDV-Spezialisten Spitzengehälter, damit sie die alten Programme vor dem entscheidenden Datum 1. Januar 2000 anpassten. Mehr als 200 Milliarden Euro investierten private Firmen und öffentliche Einrichtungen in die Umstellung. Die Anstrengungen waren erfolgreich: Das von einigen Untergangspropheten vorhergesagte Chaos blieb weitgehend aus.

Diese Beispiele belegen, dass die Menschheit mit atemberaubender Geschwindigkeit Wissen und Können einbüßt. Wie sollen wir also unsere Kulturgüter sichern, wenn digitale Kopien das Ende des Jahrhunderts wohl nicht überleben werden? Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) fühlt sich in Deutschland verantwortlich für die Bewahrung wichtiger Dokumente der deutschen Kulturgeschichte. Im Barbarastollen im Schwarzwald, einem aufgelassenen Silberbergwerk, lagert es 1 400 Edelstahlbehälter. Darin ruhen unzählige Rollen von 35 Millimeter breitem Mikrofilm: Hintereinandergelegt würden sie 27 000 Kilometer lang sein, genug für mehr als eine Million fotografischer Aufnahmen. Der Film hält bei dieser Art der Lagerung mindestens 500 Jahre. „Der Bund bedient sich dieser Methode nicht nur, weil die archivierten Dokumente extrem lange erhalten bleiben, sondern auch weil man die Daten jederzeit ohne technische Hilfsmittel ansehen kann“, sagte Karsten Mälchers vom BBK dem Berliner Tagesspiegel im Jahre 2009.[42] „Um die Mikrofilme zu lesen, genügen eine Kerze und eine Lupe.“

5 Die Wachstumsgrenzen der Welt

Internet, World Wide Web und soziale Netze dringen immer tiefer in unser Leben ein. Sie werden Teil der selbstverständlichen Infrastruktur, ebenso wie Strom und Wasser. Das macht uns abhängig von einer ständigen Versorgung mit Geräten und Bauteilen, die in Europa niemand mehr herstellt. Immer weniger Hersteller bauen immer teurere Fabriken, um die Nachfrage so günstig wie möglich zu befriedigen. Wir übergeben immer mehr fundamentales Wissen den wenigen Betreibern von Datencentern und vertrauen darauf, dass die Daten in der Cloud sicher sind. Dabei gilt das Prinzip des billigsten Angebots.

All das funktioniert nur, solange der Markt wächst. Was aber geschieht, wenn das Wachstum an seine Grenzen gelangt? Diese Frage treibt die Menschen schon seit mehr als 200 Jahren um.

Der Pastor und seine Katastrophe

Einer der Ersten, die sich damit auseinandergesetzt haben, war der Ökonom und anglikanische Pastor Thomas Robert Malthus (1766–1834). Kaum jemand hat so viel Einfluss

T. Grüter, *Offline!,* DOI 10.1007/978-3-642-37737-2_5,

auf die Diskussion um Bevölkerungskontrolle und Sozialgesetze gehabt wie er. Dabei war Malthus kein Politiker, sondern Mathematiker und Theologe.

Im Jahr 1798 veröffentlichte er sein wichtigstes Werk *An Essay on the Principle of Population* (deutscher Titel: *Das Bevölkerungsgesetz*). Und es dauerte nicht lange, da galt er als einer der umstrittensten Gelehrten seiner Zeit. Bis heute wird er immer noch angefeindet. So viel Gegnerschaft muss man sich redlich verdienen. Was hat er geschrieben? Malthus vertrat die Idee, dass sich die Menschheit schicksalhaft geometrisch vermehrt, während die landwirtschaftliche Produktion nur linear ansteigen kann. Unter geometrischem Wachstum versteht man eine Zunahme um den gleichen Prozentsatz in einer bestimmten Zeit. Nehmen wir an, in einem Teich wächst eine Seerose. Wir können beobachten, dass sie ihre Größe jeden Tag verdoppelt. Eigentlich soll man sie gleich ausreißen, weil sie nach dreißig Tagen den gesamten Teich überwuchert und alles andere Leben dort erstickt. Doch nach zehn Tagen begnügt sie sich noch mit einer kleinen Ecke des Teichs und wäre leicht zu beseitigen, wenn sie wirklich gefährlich wäre. Auch nach zwanzig Tagen ist sie zwar sehr viel größer geworden, nimmt aber weniger als ein Tausendstel der Teichfläche ein. Außerdem schmückt sie den Teich mit ihren großen runden Blättern und ansehnlichen Blüten. Nach 28 Tagen aber hat sie plötzlich ein Viertel des Teichs erobert und wir überlegen, ob wir nicht doch etwas unternehmen. Am nächsten Tag bedeckt sie die Hälfte des Teichs und nur einen Tag später ist der Teich unter der gewaltigen Wasserpflanze restlos verschwunden. Menschen können ein solches geometrisches

Wachstum schlecht abschätzen. Deshalb reagieren sie nicht selten erst dann, wenn es bereits zu spät ist.

Ein Wachstum von sieben Prozent pro Jahr führt beispielsweise zu einer Verdoppelung nach jeweils zehn Jahren. Nach zwanzig Jahren hätte man bereits das Vierfache des Ausgangswerts erreicht. Dann wird es richtig unheimlich: Wenn ein jährliches Wachstum von sieben Prozent fünfzig Jahre anhält, erreicht man das Zweiunddreißigfache des Ausgangswerts. Sollte beispielsweise die Bevölkerung Deutschlands um sieben Prozent im Jahr wachsen, dann würden sich in unseren Städten nach fünfzig Jahren etwa 2,5 Milliarden Menschen drängen! Tabelle 5.1 zeigt, wie schnell schon ein vergleichsweise geringes jährliches Wachstum alle Grenzen sprengen kann.

Malthus hielt es für selbstverständlich, dass die landwirtschaftliche Produktion mit der Bevölkerungsexplosion nicht Schritt halten würde. Früher oder später würde also die Anzahl der Menschen durch Krankheit, Elend oder Tod reduziert werden (Abb. 5.1).

Dieses Szenario bezeichnet man bis heute als *Bevölkerungsfalle* oder *Malthusianische Katastrophe*. Malthus sah keinen dauerhaften Ausweg, weil er den Sexualtrieb für unbesiegbar hielt. Sobald eine Seuche, ein Krieg oder eine Hungersnot die Bevölkerung reduziert habe, werde ein neuer Zyklus beginnen, schrieb er. Das blieb nicht unwidersprochen. Dutzende von Gegenschriften erschienen noch zu seinen Lebzeiten. Malthus war trotz seiner pessimistischen Grundhaltung ein zutiefst moralischer Mensch, er wollte die unteren Schichten erziehen, um ihre Vermehrung zu verlangsamen. Die persönlichen Beleidigungen,

Tab. 5.1 Beispiele für geometrisches Wachstum

Jährliches Wachstum (%)	Jahr 0	Jahr 10	Jahr 20	Jahr 50
2	100	122	149	269
3	100	134	181	438
5	100	163	265	1 147
7	100	197	387	2 946
10	100	259	673	11 739
15	100	405	1 637	108 365
20	100	619	3 834	910 044

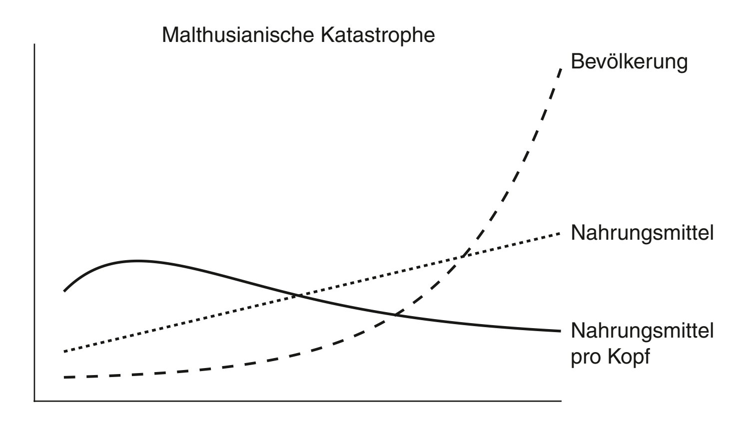


Abb. 5.1 Malthusianische Katastrophe. Die Nahrungsmittelerzeugung steigt linear, die Bevölkerung exponentiell. Dabei verbessert sich die Ernährungslage zunächst, um dann dramatisch schlechter zu werden. (© Thomas Grüter)

mit denen manche der Erwiderungen gespickt waren, verletzten ihn tief. Der Dichter Percy Shelley beschimpfte ihn beispielsweise als Priester, Eunuchen und Tyrannen.

Karl Marx behauptete, Malthus habe im Zölibat gelebt und sei ein grundsätzlicher Feind des Volkes. Tatsächlich war Malthus zwar Pfarrer der anglikanischen Kirche, aber kein zölibatär lebender katholischer Priester. Er hatte eine Frau und drei Kinder und war vergleichsweise wohlhabend, denn sein Buch *Das Bevölkerungsgesetz* wurde ein absoluter Bestseller. Es erlebte in wenigen Jahren sechs Auflagen, die jeweils in kürzester Zeit ausverkauft waren. Die East India Company richtete ihm im Jahr 1805 an ihrem College in Haileybury den weltweit ersten Lehrstuhl für politische Ökonomie ein. Malthus' Theorien galten nach dem Zweiten Weltkrieg als weitgehend widerlegt. Er habe die Wirkung technischer Innovationen grob unterschätzt, schrieben seine Kritiker. Im Jahr 1960 lebten bereits drei Milliarden Menschen auf der Welt, mehr als dreimal so viele wie zu Malthus Zeit. Hätte Malthus recht behalten, wäre die Erde mit der Ernährung so vieler Menschen überfordert, aber davon konnte keine Rede sein. Kunstdünger und eine mechanisierte Landwirtschaft sorgten für Erträge, die vorher undenkbar gewesen waren. Allerdings beschränkte sich dieser Fortschritt weitgehend auf die Industrieländer. Asien, Afrika und Amerika südlich der USA waren ständig von Hungersnöten bedroht. Erst die Einführung ertragreicher Getreide- und Reissorten in Verbindung mit Bewässerung, Pestiziden und Kunstdünger brachte die Wende. Im Jahr 2011 überschritt die Erdbevölkerung die Marke von sieben Milliarden, im Jahr 2025 werden es acht Milliarden sein. Im Jahr 2100 soll nach den Prognosen der UNO ein Gipfelpunkt erreicht sein: Auf der Erde werden dann zwischen zehn und elf Milliarden Menschen leben.

Endliche Ressourcen für wachsende Ansprüche

Die UN hat berechnet, dass eine Frau am Ende dieses Jahrhunderts im Durchschnitt weniger als zwei Kinder zur Welt bringen und die Bevölkerung langsam zurückgehen wird. In vielen Industrieländern ist es heute schon so weit. Nach Angaben des Max-Planck-Instituts für demografische Forschung lag die Anzahl der Kinder pro Frau in Deutschland zwischen 2001 und 2008 bei etwa 1,6. Das reicht nicht, um die Bevölkerungszahl zu halten, dazu müsste eine Frau durchschnittlich etwa 2,1 Kinder gebären. Deshalb wird Deutschland im Jahr 2060 voraussichtlich nur noch etwa 70 Millionen Einwohner haben – Ende 2012 waren es noch 82 Millionen[43] Wenn die Welt ihren Lebensstandard soweit steigern kann, dass er den Bedingungen des heutigen Europa entspricht, sollte das Bevölkerungswachstum friedlich und geräuschlos zum Stillstand kommen.

Zu Beginn des 22. Jahrhunderts könnten sich die Träume von Ökologen und Naturliebhabern erfüllen. Die Projektion einer idyllischen Zukunft könnte zum Beispiel so aussehen: Die zehn Milliarden Einwohner der Welt werden ein ähnlich hohes Ernährungs-, Bildungs- und Versorgungsniveau erreichen wie Mitteleuropa im Jahr 2000. Das Internet wird ihnen eine unzensierte Kommunikation ermöglichen. Deshalb werden fast alle Weltbürger eine gemeinsame Zweitsprache gelernt haben, in der sie sich verständigen können. Kriege werden moralisch geächtet sein, die Gleichheit der Rassen und Geschlechter gilt als selbstverständlich. So weit, so traumhaft.

Wie die meisten Träume könnte aber auch dieser bald zerplatzen, denn die Endlichkeit der Ressourcen ist nicht auf Nahrungsmittel beschränkt. Diese Erkenntnis ist nicht neu. Schon im Jahr 1972 kam das Buch *Die Grenzen des Wachstums* auf den Markt, das die Diskussion um die Malthusianische Katastrophe auf eine neue und breitere Grundlage stellte. Es löste einen ebenso hitzigen Expertenstreit aus wie 170 Jahre zuvor die Werke von Malthus. Schon die Vorgeschichte des Buchs ist ungewöhnlich. Im Jahre 1970 wollte der vom Fiat-Industriellen Aurelio Peccei gegründete *Club of Rome* ein Projekt verwirklichen, bei dem es um die Zukunft der Menschheit ging. Der Club umfasste Intellektuelle, Wissenschaftler und Industrielle, die sich um die weitere Entwicklung der Welt sorgten. Der junge Wirtschaftswissenschaftler Dennis Meadows vom Massachusetts Institute of Technology in Cambridge (USA) schlug ihnen ein Computerprogramm vor, das die Entwicklung der Bevölkerung, der Rohstoffvorräte, der Industrieproduktion, der Landwirtschaft und der Umweltverschmutzung von 1900 bis 2100 simulieren sollte. Dabei mussten die Größen und ihre Abhängigkeiten so justiert sein, dass sie die Werte der Vergangenheit (1900 bis 1970) richtig wiedergaben. Wenn nicht einmal das funktionierte, war die Rechnung offensichtlich falsch. Das gefiel dem Club of Rome und Meadows bekam grünes Licht für sein Vorhaben. Für die Zukunft berechnete seine Gruppe verschiedene Szenarien. Im Standardmodell nahm sie an, dass alles so weiterging wie bisher (*business as usual*). Weitere Annahmen sahen eine perfekte Bevölkerungskontrolle, unendliche Rohstoffreserven, unbegrenzte Nahrungsreserven oder eine vollständige Beherrschung der Umweltverschmutzung vor.

Die Ergebnisse waren in fast allen Fällen erschreckend. Im Standardmodell wachsen Bevölkerung, Industrieproduktion und Nahrungsmittelerzeugung zunächst exponentiell an, bis der Mangel an Rohstoffen zum Zusammenbruch der Industrieproduktion führt. Als Folge davon werden weniger Nahrungsmittel geerntet und auch die medizinische Versorgung leidet. Deshalb wird die Weltbevölkerung deutlich zurückgehen. Aber auch eine unendliche Rohstoffversorgung hilft nichts: Die Industrieproduktion steigt dann so lange, bis die Umweltverschmutzung die Menschen krank macht und die Nahrungsmittelproduktion beschneidet. Der Rückgang der Bevölkerung fällt in diesem Modell sogar noch drastischer aus. Beherrscht man auch die Umweltverschmutzung, steigt die Weltbevölkerung so lange an, bis die Nahrungsmittelproduktion zusammenbricht. Was immer die Arbeitsgruppe auch änderte, das exponentielle Wachstum von wenigstens einem der Parameter führte erst zu einem steilen Anstieg und dann zum Zusammenbruch. Nur eine perfekte Geburtenkontrolle in Verbindung mit einer Begrenzung der Industrieproduktion, einem weitgehenden Recycling von Rohstoffen und wirksamen Maßnahmen zur Bodenverbesserung führten zu einem stabilen Zustand. Er zeichnete sich durch ein dauerhaft verbessertes Nahrungsangebot, eine höhere Industrieproduktion pro Kopf und anhaltenden Wohlstand aus. Das funktionierte aber nur, wenn die Begrenzungen möglichst früh in Kraft traten. Sollte die Welt erst im Jahr 2000 auf die Wachstumsbremse treten, wäre es zu spät. Die Simulation beruhte auf stark vereinfachten Annahmen, denn anders hätte man sie mit den rechenschwachen Computern der damaligen Zeit nicht durchführen können.

Die Ergebnisse der MIT-Arbeitsgruppe wurden im Jahre 1972 in mehreren Sprachen zugleich veröffentlicht. In Deutschland erschienen sie unter dem Titel: *Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit.* Das Buch wurde praktisch sofort zu einem Beststeller. Im Folgejahr erhielt der Club of Rome den Friedenspreis des deutschen Buchhandels. Bis heute sind 30 Millionen Exemplare des Berichts in mehr als 30 Sprachen verkauft.

Im Jahr 1972 glaubten viele Menschen noch an die Unfehlbarkeit von Computern und fassten die Modelle als Prognosen eines unabwendbaren Schicksals auf. Das hatten die Verfasser aber niemals beabsichtigt. Ihnen ging es darum, die weltweiten Zusammenhänge von Wirtschaft, Rohstoffen und Umwelt in einer vereinfachten Nachbildung zu studieren. Dabei veränderten sie immer wieder die Voraussetzungen, um zu überprüfen, wie sich die Entwicklung verändert. Ein Zusammenbruch schien allerdings unter allen realistischen Voraussetzungen unvermeidlich. Die Kritiker des Projekts zeigten sich davon weitgehend unbeeindruckt. In einem Interview mit dem Magazin *Wired* im Jahre 1997 erklärte der amerikanische Wirtschaftswissenschaftler Julian L. Simon:

> Die materiellen Lebensbedingungen werden sich für die meisten Menschen weiter verbessern, in den meisten Staaten, die meiste Zeit, ohne Grenzen. Binnen ein bis zwei Jahrhunderten werden alle Nationen und der größte Teil der Menschheit den heutigen westlichen Lebensstandard erreicht oder übertroffen haben.[44]

Die Menschen, so argumentierte Simon, schaffen sich die Ressourcen, die sie benötigen. Sie fördern nicht einfach

Rohstoffe oder ernten das, was die Felder hergeben, nein, sie verbessern aktiv ihre Lebensbedingungen. „Die Menschen schaffen mehr als sie nutzen“, sagte er. Das werde auch nicht aufhören. Auf dieser Grundlage gab er mehrfach Prognosen ab, die dem allgemeinen Konsens widersprachen, sich aber später als richtig herausstellten.

Nach dem Jom-Kippur-Krieg zwischen Israel und seinen Nachbarstaaten im Jahr 1973 war das Rohöl plötzlich teuer geworden. Das schien die Warner zu bestätigen. Die westliche Zivilisation beruhte damals wie heute auf Öl und den daraus gewonnenen Produkten. Jetzt war dieser wertvolle Rohstoff plötzlich knapp und teuer geworden. Die Zeit billiger Energie schien vorbei zu sein. Simon wiederholte immer wieder, der Ölpreis werde sinken, und siehe da: Er sank. Der Anstieg des Ölpreises Anfang der siebziger Jahre des 20. Jahrhunderts hing allerdings nicht mit einer Verknappung zusammen, sondern mit einer Kartellbildung. Die Öl produzierenden Staaten hatten sich verabredet, ihren wertvollen Rohstoff möglichst teuer zu verkaufen. Diese Absprache hielt nicht lange und der Preis begann zu sinken. Im Jahr 1980 ging Simon eine Wette mit Paul Ehrlich ein, einem Wissenschaftler, der immer wieder auf die Endlichkeit der Rohstoffe hingewiesen hatte. Simon hatte Ehrlich herausgefordert: Sein Kontrahent solle fünf Metalle aussuchen, deren Preis in den nächsten zehn Jahren steigen würde. Der Gesamtwert wurde auf 1 000 US-Dollar festgelegt. Stieg der Preis, würde Simon die Differenz an Ehrlich bezahlen, sank der Preis, hätte Ehrlich einen Scheck für Simon auszustellen. Ehrlich nahm die Wette an und setzte je 200 US-Dollar auf Chrom, Kupfer, Nickel, Zinn und Wolfram. Nach zehn Jahren hatte sich der Wert des

Depots ungefähr halbiert und Ehrlich musste an Simon 576,07 US-Dollar zahlen. War Ehrlich damit widerlegt? Lange Zeit schien es so. Seit einigen Jahren ist Öl aber wirklich knapp. Die leicht zugänglichen und ergiebigen Ölquellen sind weitgehend leer gepumpt und die Erschließung neuer Lagerstätten wird immer teurer. Der Preis hat fast die alten Höchststände erreicht. Auch der Kupferpreis ist stark gestiegen. Heutzutage stehlen Diebe in Deutschland kupferne Dachrinnen und Fallrohre von Wohnhäusern und Kirchen, um sie an Schrotthändler zu verkaufen. Sie schrecken nicht einmal davor zurück, Oberleitungsdrähte von Bahnstrecken abzumontieren, obwohl sie dabei ihr Leben riskieren. Auf Friedhöfen verschwinden immer mehr Bronzestatuen. Die Inhaltsstoffe Kupfer und Zinn sind in den letzten Jahren sehr teuer geworden. Hier gibt es kein internationales Kartell, das die Preise manipuliert. Es gilt das Gesetz des Marktes: Die Nachfrage überschreitet das Angebot und damit steigt der Preis. Die Niederspannungsleitungen der Stadtwerke für die Hausanschlüsse bestehen schon lange aus Aluminium. Kupfer leitet zwar besser, ist aber zu teuer.

Wenn Öl, Kupfer, Silber, Zinn und andere wertvolle Rohstoffe immer teurer werden, fehlt uns bald das Geld für weitere Dinge. Dann würde die Industrieproduktion wahrscheinlich abstürzen, wie Meadows' Simulation es nahelegt. Technische Innovationen sollen solche Engpässe vermeiden helfen, aber die Entwicklung von neuen Produkten und Verfahren verschlingt möglicherweise mehr Geld und Zeit, als im Ernstfall zu Verfügung steht.

Die Kontroverse um die Studie hält bis heute an. Der Journalist Alexander Neubacher schrieb am 31.10.2011 im

Spiegel: „Die Siebziger-Jahre-Studie des Club of Rome dürfte, gleich nach Johannes-Offenbarung und Maya-Kalender, die populärste Schauergeschichte aller Zeiten sein.“[45] Und der Historiker Frank Uekötter spottete in der *Zeit* vom 3.12.2012: „Das Weltmodell der Meadows-Studie verhielt sich zur Realität etwa so wie eine Modelleisenbahnanlage zum Betrieb der Deutschen Bahn.“[46]

Meadows’ Arbeitsgruppe verfeinerte und aktualisierte ihr Modell und legte im Jahr 2004 unter dem Titel *Limits to Growth – The 30-year Update* eine Neuberechnung der Parameter vor. Die Ergebnisse änderten sich dadurch kaum. Der Menschheit drohte noch immer ein überschießendes Wachstum mit anschließendem Zusammenbruch der Industrieproduktion. Das Ergebnis sind Missernten, Hungersnöte und eine Schwächung der Gesundheitssysteme mit einem nachfolgenden Massensterben.

Nachhaltigkeit als instrumentalisierte Leerformel

Eine australische Arbeitsgruppe stellte im Jahr 2008 fest, dass die Entwicklung der wichtigsten Parameter (Bevölkerung, Nahrungsmittel, Industrieproduktion, Umweltverschmutzung und Rohstoffvorräte) zwischen 1972 und 2008 recht genau mit den Vorhersagen von Meadows’ Standardmodell übereinstimmt[47] – eigentlich ein schlechtes Omen. Kritiker weisen jedoch darauf hin, dass die Umweltverschmutzung in den Industrieländern trotz höherer Produktion zurückgegangen ist. Der Rhein war um 1960

biologisch fast tot, heute leben wieder mehrere Dutzend Fischarten darin. Der Himmel über dem Ruhrgebiet ist wieder blau. Nach der Wende wurde auch in den neuen Bundesländern die Braunkohle aus den Heizungsanlagen vertrieben, sodass der erstickend dichte Kohlenstaub aus der Luft verschwand. Michael Hüther, Direktor des Instituts der deutschen Wirtschaft, sieht die Wachstumskritik des Club of Rome seit den achtziger Jahren im Konzept der Nachhaltigkeit aufgehoben. In einem Beitrag für die *Frankfurter Allgemeine Zeitung* am 27.9.2012 schrieb er: „Die Absage an das Wirtschaftswachstum unterbindet Innovationsprozesse, weil Finanzierungen nicht realisierbar sind und die internationale Arbeits- und Wissensteilung durch die Fokussierung auf regionale Wirtschaftskreisläufe austrocknet."[48]

Hüther meint also, dass die *Nachhaltigkeit* ein weiteres Wachstum der Wirtschaft auf unbestimmte Zeit sicherstellt. Das hört sich verführerisch an, aber was dürfen wir überhaupt darunter verstehen? Das Konzept wurde maßgeblich von der *Weltkommission für Umwelt und Entwicklung* (Brundtland-Kommission) bestimmt, die von der UNO im Jahr 1983 eingesetzt wurde. In ihrem vier Jahre später veröffentlichten Bericht definierte sie nachhaltige Entwicklung als „Entwicklung, die den Bedarf der Gegenwart deckt, ohne die Fähigkeit zukünftiger Generationen einzuschränken, ihren eigenen Bedarf zu decken".[49]

Diese Definition lässt sich dehnen wie Kaugummi. Wer kennt schon den Bedarf künftiger Generationen? Und wann ist unser gegenwärtiger Bedarf gedeckt? Der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages unter dem Titel „Globalisierung der Weltwirtschaft – Herausforderungen

und Antworten“ war selbst die nebelhafte Formulierung der Brundtland-Kommission noch zu konkret. Sie orakelte 2002 in ihrem Abschlussbericht:

> Eine nachhaltig zukunftsverträgliche Wirtschaft und Gesellschaft lässt sich nicht anhand exakter Kriterien abschließend definieren und im Sinne eines detaillierten Zielsystems steuern. Grundlage aller Vorgehensweisen muss vielmehr zukunftsbezogenes Lernen, Suchen nach entsprechenden Kriterien und der Wille zum Gestalten sein – ein Prozess also, der sich durch ein gewisses Maß an Offenheit und Unsicherheit auszeichnet.[50]

Der Bericht zerfleddert den Begriff der „Nachhaltigkeit“ bis zur Beliebigkeit. Viele Unternehmen schreiben sich stolz nachhaltiges Wirtschaften auf die Fahne, ohne das näher zu spezifizieren. Inzwischen ist das Wort eine positiv besetzte, aber inhaltsleere Hülle geworden. Selbst die peinlich um Seriosität bemühte deutsche Wikipedia schreibt, der Begriff sei erweitert worden „bis zum reinen Werbelabel für alles, was nicht gleich auseinanderfällt“.[51]

Die Wachstumskritik des Club of Rome hat sich mit dem Konzept der Nachhaltigkeit also keineswegs erledigt. Michael Hüther wendet in seinem FAZ-Artikel einen rhetorischen Trick an, um eine Auseinandersetzung mit den Inhalten der Wachstumskritiker zu vermeiden: Er erklärt ihre Argumente für überholt und hält ihnen ein positiv besetztes Totschlagwort entgegen. Als Konsequenz fordert er mehr Wachstum, weil neue Erfindungen sonst nicht finanzierbar sind.

Dennis Meadows hat das Konzept der „nachhaltigen Entwicklung“ deutlich kritisiert. Bei einem Symposium der Volkswagenstiftung zum vierzigsten Jahrestag des Erscheinens der Studie im November 2012 erklärte er, es basiere auf fünf Grundannahmen: Erstens müssen die Reichen nichts abgeben, damit zweitens die Armen trotzdem genauso reich werden wie sie. Dazu müssen wir drittens am Wirtschaftssystem nichts ändern. Viertens werden neue Techniken den Energieverbrauch von der Wirtschaftsleistung abkoppeln. Das Ganze setzt fünftens weiteres Wachstum voraus, mit dem wir die Probleme lösen können, die durch das Wachstum erst entstanden sind.[52] Irgendwann, so kann man seine These zusammenfassen, wird die Schraube überdreht und das System bricht zusammen. Dann sind unsere Infrastrukturen wie Strom- und Wasserversorgung, aber auch medizinische Leistungen und Kommunikationssysteme akut gefährdet, denn sie lassen sich nur finanzieren, wenn die Wirtschaft ständig wächst.

Die Risikofaktoren im Einzelnen: Rohstoffe und Transport

Immer wieder haben Wissenschaftler das Versiegen der Ölquellen, das Ende der Autokultur und des internationalen Flugbetriebs vorhergesagt. Der Zeitpunkt des globalen Ölfördermaximums, im Englischen kurz „Peak Oil“ genannt, soll seit über einem Jahrzehnt unmittelbar bevorstehen oder bereits erreicht sein. Bisher ist die Ölförderung aber stets weiter gestiegen. Meadows’ Arbeitsgruppe hatte aufgrund

der 1972 verfügbaren Daten berechnet, dass die Goldvorräte der Welt nur noch neun Jahre reichen würden. Tatsächlich sind sie aber im Jahr 2013 nicht im Entferntesten erschöpft. Auch die Produktion von Silber ist auf einem historischen Maximum angelangt. Nach den 1972 verfügbaren Daten hätten die Vorräte aber bereits Ende der achtziger Jahre des 20. Jahrhunderts aufgebraucht sein müssen. Es stellt sich also die spannende Frage: Warum reichen die bekannten Lagerstätten zu jedem beliebigen Zeitpunkt scheinbar nur wenige Jahre, um sich dann wieder wundersam zu vermehren? Darauf gibt es mehrere mögliche Antworten. Eine Theorie besagt, dass die Lieferfirmen die Vorräte stets zu niedrig ansetzen, um die Preise hochzuhalten. Andererseits werden die Aktien von Bergbaukonzernen nach der Reichweite und dem Wert der Vorräte bemessen. Sie müssten also ein Interesse daran haben, ihre Vorkommen möglichst hoch einzuschätzen. Es wäre aber auch denkbar, dass die Erschöpfung eines Lagers zu einem Preisschub führt, der die Erschließung weiterer Lager rentabel macht. Daraufhin sinkt der Preis und die Exploration neuer Erzkörper kommt zum Erliegen. Wenn auch dieses Lager weitgehend ausgebeutet ist, beginnt der Zyklus von Neuem. Dadurch erliegen die Menschen ständig der Illusion, dass die bekannten Vorräte nur wenige Jahrzehnte reichen.

Im Jahr 2010 veröffentlichte die EU-Kommission das Arbeitsgruppenpapier *Critical Raw Materials for the EU* [53]. Darin wird festgestellt, dass die Versorgung der EU mit verschiedenen wichtigen Rohmaterialien bereits heute kritisch ist. „Kritisch“ bedeutet dabei, dass die Belieferung nicht gesichert ist, obwohl die Stoffe eine hohe wirtschaftliche Bedeutung haben. Dazu gehören die Elemente Antimon,

Beryllium, Magnesium, Gallium, Germanium, Indium, Kobalt, Niob, Tantal und Wolfram, die Minerale Flussspat und Grafit sowie die Gruppe der Platinmetalle und die Seltenen Erden. Eine Studie der deutschen Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe aus dem gleichen Jahr erwartet einen Engpass für Germanium, Neodym und verschiedene Seltene Erden. Die für elektronische Bauelemente entscheidend wichtigen Seltenen Erden stammen zu mehr als 95 Prozent aus China, das damit Preise und Liefermengen diktieren kann. Neodym wird für starke Magneten und leistungsstarke Elektromotoren mit kleinen Abmessungen verwendet und kann derzeit kaum durch andere Elemente ersetzt werden. Keiner dieser Rohstoffe wird kurzfristig verschwinden, die Preise könnten aber derart in die Höhe schießen, dass sich zahlreiche Anwendungen nicht mehr lohnen. Viele Metalle werden bereits heute in großen Mengen recycelt, sodass ein leichter Rückgang der Förderung den Markt noch nicht stört. Insgesamt sind bisher keine Anzeichen dafür auszumachen, dass ein Rohstoffmangel bei Metallen oder Mineralien in wenigen Jahrzehnten ein Ende des wirtschaftlichen Wachstums einleiten könnte.

Erdöl ist allerdings ein Sonderfall. Es ist der größte einzelne Posten des internationalen Handels und deckt ein Drittel des Primärenergiebedarfs. Ein Großteil des leicht förderbaren Öls ist bereits aufgebraucht. Die Ölfirmen müssen auf Vorräte zurückgreifen, die entweder schwer zugänglich sind oder noch aufwendig verarbeitet werden müssen. Der Internationale Währungsfonds schätzt, dass sich der Rohölpreis in den nächsten zwanzig Jahren verdreifachen könnte. Nun setzt sich der Preis einer Ware ja immer aus Angebot und Nachfrage zusammen. In den sogenann-

ten Schwellenländern wie China, Indien oder Brasilien ist der Anstieg der Wirtschaftsleistung eng mit dem Energieverbrauch gekoppelt. In den Industrieländern stagniert der Energieverbrauch seit einiger Zeit, auch wenn die Wirtschaft gut läuft. Leider reicht der Anstieg der Nachfrage aus den Schwellenländern bereits aus, um jedes zusätzliche Angebot aufzusaugen. In China und Indien zusammen lebt mehr als ein Drittel der Menschheit. Wenn beispielsweise in Indien viele Familien mit zunehmendem Wohlstand ein eigenes Auto fahren, wirkt sich das direkt auf die weltweite Nachfrage nach Rohöl aus. Trotzdem werden die Preise eher moderat steigen. Schon ein geringer Anstieg macht die Produktion von Rohöl aus den riesigen Ölsandvorkommen in Kanada und Venezuela profitabel. Diese gewaltigen Reserven werden als eine Art Preis- und Mengenpuffer dafür sorgen, dass Öl in den nächsten Jahrzehnten verfügbar und bezahlbar bleibt. Der Internationale Währungsfonds ist da wohl etwas zu pessimistisch. Der weltweite Warentransport wird wahrscheinlich kaum teurer werden und den Welthandel nicht beeinträchtigen. Auch bei anderen fossilen Brennstoffen wie Kohle oder Erdgas werden die Kosten voraussichtlich kaum steigen. Die bekannten Gasvorräte sind größer als die Ölvorräte und die Kohlevorräte reichen noch für mehr als hundert Jahre. Kohle kann durchaus zur Energieerzeugung oder auch zum Herstellen von Treibstoffen genutzt werden.

Insgesamt halte ich es eher für unwahrscheinlich, dass ein Mangel an fossilen Brennstoffen oder an Rohstoffen die Weltwirtschaft bis 2100 abstürzen lässt. Wir müssen nach anderen Faktoren suchen, wenn wir die Grenzen des Wachstums ausloten wollen.

Demografie und Wirtschaftswachstum

Demografie ist die Wissenschaft von der Bevölkerung. Sie erfasst zum Beispiel Geburtenraten, Sterberaten, Wanderungsbewegungen und Bevölkerungsstrukturen. Daraus berechnet sie dann die wahrscheinliche künftige Entwicklung. Sie gibt Regierungen und Verwaltungen eine unentbehrliche Basis für alle langfristig wirksamen Entscheidungen an die Hand.

Die Projektion der UNO für die Weltbevölkerung folgt den folgenden demografischen Regeln: Eine Gesellschaft mit höherem Lebensstandard und besserer Bildung hat weniger Kinder. Je später Frauen heiraten, desto weniger Kinder bekommen sie im Laufe ihres Lebens. Also wirkt sich die Verbesserung der Bildungschancen von Frauen besonders stark auf die künftige Bevölkerungsentwicklung aus. Viele Entwicklungs- und Schwellenländer sind gerade dabei, ihre diesbezüglichen Defizite zu verringern, sodass sich die Zunahme der Weltbevölkerung in Zukunft verlangsamen dürfte. Am Ende dieses Jahrhunderts könnte die Anzahl der Menschen auf der Erde einen Höchstwert erreicht haben, um dann langsam zu sinken. Aber auch das bringt Probleme. Die Ausbildung der Kinder dauert immer länger. Gleichzeitig steigt die Lebenserwartung stark an, sodass immer mehr ältere Menschen die Erde bewohnen. Also arbeiten immer weniger Menschen. Die Übrigen sind entweder zu alt oder gehen noch zur Schule. Wie kann unter solchen Umständen noch Geld erwirtschaftet werden? Ganz einfach: Die Produktivität der Arbeit muss steigen, oder anders formuliert: Jede Arbeitsstunde muss mehr Geld abwerfen. Ist aber ein ständiges Wachstum der

Wirtschaft überhaupt möglich? Die Antwort der meisten Wissenschaftler lautet: im Prinzip ja, es ist sogar notwendig. Fast jeder Unternehmer muss einen Bankkredit aufnehmen, wenn er seine Firma erweitern oder modernisieren will. Die Zinsen dafür bezahlt er von dem zusätzlichen zukünftigen Gewinn. Den kann er aber nur erzielen, wenn seine Firma wächst. Staaten verschulden sich regelmäßig, um für die Zukunft gerüstet zu sein oder ihre Wirtschaft anzukurbeln. Auch diese Kredite können sie wiederum nur zurückzahlen, wenn die Volkswirtschaft wächst und die Unternehmen und die Bürger mehr Steuern bezahlen. Das ist die schon erwähnte Wachstumsspirale des Ökonomen Peter Binswanger.

Sollte das Wachstum weltweit aufhören, geriete die Weltwirtschaft in einen Abwärtsstrudel.[54] Genau wie das Wachstum kann die Schrumpfung eine Eigendynamik entwickeln und sich selbst verstärken. Das wäre fatal, denn wie bereits erwähnt, leben wir in einer künstlichen Umwelt, die wir erhalten müssen, wenn sie nicht zerfallen soll. Gebäude, Straßen, Wasserleitungen, Gas-, Strom- und Telefonleitungen fordern ihren Obolus an Geld und Arbeit, sonst funktionieren sie bald nicht mehr richtig. Gesellschaftliche Dienstleister wie Feuerwehr, Polizei und Krankenhäuser wollen bezahlt werden, ihre Gebäude und Geräte müssen ständig gewartet und erneuert werden. Daraus berechnet sich der Grundbetrag, den wir alle für die Erhaltung unserer Kultur bezahlen müssen. In der nahen Zukunft kommen die komplexer werdenden Strukturen des Internets hinzu. Ihre Komponenten sind außerordentlich kurzlebig und müssen ständig ersetzt werden. Zugleich sind sie mit den Strukturen unserer Wirtschaft, Verwaltung und Kultur untrennbar

verflochten. In einer wirklich großen Wirtschaftskrise wird die Infrastruktur schneller zerfallen, als sie erhalten werden kann. Dann werden wir merken, wie zerbrechlich das Internet ist.

Klimawandel, Ökologie und Landwirtschaft

Seit den düsteren Warnungen von Thomas Malthus vor mehr als 200 Jahren ist die Ernährungskatastrophe regelmäßig ausgeblieben. Das heißt aber nicht, dass sich die Erträge auch weiterhin im bisherigen Tempo steigern lassen. Die weit verbreitete künstliche Bewässerung führt schon heute auf riesigen Flächen zur Versalzung des Bodens. Resistente Schädlinge fressen immer größere Teile der Ernten. Nach jeder Dürre trägt der Wind die staubtrockene Ackerkrume davon und lässt nur unfruchtbaren Boden zurück. Auch der Zugang zu sauberem Wasser wird in vielen Weltgegenden zunehmend schwieriger. Der Klimawandel tut ein Übriges. Wenn die Durchschnittstemperatur steigt, werden die Wetterextreme zunehmen. Es wird mehr Stürme, Hitzewellen und Dürren geben. Weltweit verschieben sich die Klimazonen. Dadurch leidet die Landwirtschaft. Bis 2030 braucht die Welt etwa ein Drittel mehr Wasser und Nahrung, wenn alle Menschen genügend zu essen haben sollen. Die Anbauflächen werden aber eher kleiner werden, während die Bodenqualität abnimmt.

Die Weltklimakonferenzen (offiziell: UN-Klimakonferenzen) sollen helfen, die Ursachen des Klimawandels zu

verstehen, den Klimawandel zu untersuchen und Gegenmaßnahmen einzuleiten. In diesem letzten Punkt haben sie jedoch dramatisch versagt. Die Geschichte ihres Scheiterns zeigt beispielhaft die Grenzen internationaler Zusammenarbeit und die Sinnlosigkeit solcher Mammutveranstaltungen. Zu den Klimakonferenzen, die jedes Jahr in einem anderen Land stattfinden, treffen sich jeweils mehr als 20 000 Menschen. Sie legen dafür mehr als 100 Millionen Flugkilometer zurück und belasten die Atmosphäre mit den Verbrennungsrückständen von mehr als 3 000 Tonnen Flugbenzin. Bei der Konferenz produzieren sie genug heiße Luft, um Dutzende von Eisbergen zu schmelzen. Am Ende jeder Konferenz droht das Scheitern. Also verabschieden die Delegierten eine wohlmeinende, nichtssagende Resolution und vertagen wichtige Entscheidungen auf die nächste Konferenz. Das hat mehrere Vorteile. Internationale Tagungen dieser Größenordnung sind für die Delegationen durchaus angenehme Veranstaltungen. Deshalb ist es immer gut, eine Folgekonferenz zu vereinbaren. Jedes neue Treffen will gut vorbereitet sein, also braucht eine Delegation viele Mitarbeiter und einen großzügigen Etat. In Wahrheit wissen alle Beteiligten genau, dass die Interessen der verschiedenen Staatengruppen zu unterschiedlich sind, um eine bindende Einigung zu erzielen. Aber jede Konferenz gibt den Regierungen eine weitere Gelegenheit, ihrem Volk Entschlossenheit und Tatkraft zu demonstrieren. Auch die beteiligten Wissenschaftler und Interessengruppen können dem Treffen einiges abgewinnen. Sie stehen für einige Tage im vollen Licht der Öffentlichkeit und breiten ihre Ergebnisse und Forderungen vor der Weltpresse aus. Also sieht, hört und liest der erschreckte Bürger jedes Jahr

zwei Wochen lang Warnungen vor den entsetzlichen Folgen der zu erwartenden Klimaverschiebungen. Weitere Forschungen erscheinen dann unbedingt notwendig, um die bisherigen, nur vorläufigen Ergebnisse abzusichern. Damit gewinnt man Geld für kommende Projekte. Der teure und sinnlose Wanderzirkus sichert einer fünfstelligen Zahl hoch qualifizierter Menschen ihren Lebensunterhalt. Das ist aber auch schon alles. Die Klimakonferenzen sind zur Alibiveranstaltung verkommen, die es den Politikern in aller Welt erlaubt, ohne alle Konsequenzen Aktivität vorzutäuschen.

Das wirkliche Problem des Klimawandels ist weniger die Erwärmung als vielmehr das enorme Tempo der Veränderung. Weil die CO_2-Konzentration in der Atmosphäre immer schneller steigt, sollten wir mit einer krisenhaften Instabilität des lokalen Klimas weltweit rechnen. In Mitteleuropa kann beispielsweise der Regen mehrere Sommer lang ganz ausbleiben, oder im Gegenteil, wochenlang anhalten. Das Frühjahr wird vielleicht übermäßig heiß, aber der eigentliche Sommer bleibt kühl. Die Monsunregen in Asien werden unberechenbar. Sie können zu anderen Zeiten auftreten, extrem heftig werden oder ganz ausbleiben. Diese Entwicklung vergrößert die Wahrscheinlichkeit von katastrophalen Missernten, denn die Landwirtschaft ist auf verlässliche Temperaturen und Regenmengen angewiesen.

Als Folge davon werden die Nahrungsmittelpreise unvorhersehbar schwanken. Die schnellen Änderungen werden fatale Auswirkungen auf die Stabilität vieler Staaten haben. Politik wird populistischer, Kriege wahrscheinlicher. Die Flucht von Menschen aus Hungergebieten könnte eine neue Völkerwanderung in Gang setzen, ähnlich wie am Ende der Antike. Eine so chaotische Situation wird die

Weltwirtschaft früher oder später in einen Abwärtsstrudel ziehen.

Was bedeutet das für das Internet? Ein mehr als zwei Jahre dauernder Kollaps der Weltwirtschaft führt zum Ende des Internets. Die wichtigsten Komponenten des Internets – Computerplatinen, Festplatten, Handys, Vermittlungstechnik – haben eine wirtschaftliche Lebensdauer von nur drei bis fünf Jahren. Wenn die Nachlieferung stockt, kann das Netz nur wenige Monate überleben. Jede Funktionseinschränkung behindert aber die Erholung der Wirtschaft und so beginnt ein Teufelskreis, der mit dem völligen Zusammenbruch endet. Schon heute ist das Internet das Rückgrat der Kommunikation und Datenspeicherung. Große Teile des internationalen Handels sind ohne digitale Netzwerke kaum denkbar. In naher Zukunft werden fast alle Aspekte des sozialen und wirtschaftlichen Lebens einschließlich der Strom- und Wasserversorgung über das Internet gesteuert werden. Die Folgeschäden eines Internetausfalls werden dann dermaßen einschneidend und teuer, dass ein Wiederaufbau die finanziellen Möglichkeiten der Welt übersteigt. Oder um es auf den Punkt zu bringen: Wenn das Internet tot ist, kann es nicht wiederbelebt werden.

6
Der Weg zum Zusammenbruch

Am Anfang dieses Kapitels steht ein Märchen.

Vor fünfzig Jahren, da lebte in Deutschland ein Prophet. Ohne dass er sich einer Schuld bewusst war, kam plötzlich das Wissen um die Zukunft über ihn. Wie in einem gewaltigen Panorama sah er plötzlich den Zustand der Welt in fünfzig und hundert Jahren. Er war ein ehrlicher und wahrhaftiger Prophet (ich sagte ja: ein Märchen), und so wollte er die Mitmenschen an seinem Wissen teilhaben lassen. Deshalb hängte er einen Zettel an das Schwarze Brett des Gemeindehauses. Darauf lud er die Menschen seiner Heimatstadt ein, am Samstagabend um halb neun (nach der Tagesschau) im kleinen Versammlungssaal die Zukunft kennenzulernen, sofern sie den Mut dazu hätten. Dreißig Menschen nahmen seine freundliche Einladung an, darunter viele, die seine Gabe auf die Probe stellen wollten.

„Wir haben jetzt 1963", sagte einer. „Werden die Amerikaner wirklich, wie Präsident Kennedy angekündigt hat, bis 1969 einen Mann auf den Mond bringen?"

„Sie werden zwölf Menschen auf den Mond bringen, aber dann wird fünfzig Jahre lang niemand mehr folgen."

T. Grüter, *Offline!*, DOI 10.1007/978-3-642-37737-2_6,

„Aber die Sowjets werden sich das doch nicht gefallen lassen, oder? Sie haben den ersten Menschen in den Weltraum geschossen und führen das Rennen an."

„In dreißig Jahren wird es keine Sowjetunion mehr geben", antwortete der Prophet. Eine Frau fragte leichenblass: „Wir werden also einen Atomkrieg haben?"

„Nein", sagte der Prophet wahrheitsgemäß, „die Sowjetunion wird einfach zerfallen, ihr Imperium löst sich auf. Der Sozialismus wird abgeschafft."

„Das glaube ich nicht", warf ein dürrer Mann mit Hornbrille ein, „der Sozialismus steht für den gesellschaftlichen Fortschritt und lässt sich nicht aufhalten oder abschaffen. Wird wenigstens jede Familie einen Fernseher, eine Waschmaschine und ein Telefon haben?"

„Ja", sagte der Prophet, „viele Familien werden sogar mehr als einen Fernseher besitzen und fast jeder hat sein eigenes Telefon, das er mit sich herumträgt."

„Jeder trägt ein Telefon mit sich herum?", fragte ein schlaksiger Schüler. „Das muss ja witzig aussehen. Aber sagen Sie, wird die Hausarbeit von Robotern mit positronischen Gehirnen erledigt, wie Dr. Asimov behauptet?"

„Nein, es wird in fünfzig Jahren keine intelligenten Roboter geben, die wie Menschen aussehen."

„Und was ist mit intelligenten Rechenmaschinen?"

„Sie werden nicht intelligent sein, aber die Rechenleistung eines heutigen Großcomputers wird in die tragbaren Telefone eingebaut sein. Sie haben die Form und Größe eines kleinen Notizbuchs. Auf der Oberseite tragen sie einen flachen Bildschirm, wie ein Fernseher, nur in Farbe. Man kann mit ihnen überall hin telefonieren und dabei seinen Gesprächspartner sogar sehen. Man kann damit sogar foto-

grafieren und filmen. Das ganze Wissen der Welt lässt sich auf die Anzeige holen. Ach ja, die Geräte können auch auf einen Meter genau angeben, wo man sich befindet."

„Das ist unmöglich", sagte ein beleibter Mann mit fleischigem Gesicht. „Ich muss es wissen, ich habe ein Radio- und Fernsehgeschäft. Sie reden Unsinn."

„Doch, so wird es sein und ich kann nichts anderes sagen", antwortete der Prophet und wurde traurig, denn er merkte, dass seine Zuschauer ihm nicht glauben mochten.

„Wird es ein stadtweites Rohrpostsystem geben, damit die Post schneller befördert wird?"

„Nein, aber Nachrichten werden über Computer und die tragbaren Telefone eingetippt und in Sekundenschnelle verschickt. Die meisten Menschen haben einen kleinen Computer, nicht größer als ein dickes Telefonbuch. Er lässt sich aufklappen, dann sieht man einen farbigen Bildschirm und eine Tastatur. Die Rechner arbeiten schneller und speichern mehr Daten als die größten Computer von heute. Außerdem wird jeder Mensch die Möglichkeit haben, in großen zentralen elektronischen Bibliotheken ganze Seiten mit Texten, Fotos und Filmen zu hinterlegen. Jeder andere auf der ganzen Welt kann sie mit seinem Computer abrufen. Viele Bücher werden nicht mehr gedruckt werden, sondern nur noch als Elektronenwolke in diesen Bibliotheken liegen."

Schweigen breitete sich aus, dann Unruhe. „Er ist verwirrt", sprachen die Menschen untereinander. „So etwas ist unmöglich."

Jetzt sah der Prophet, dass er seine Zuhörer endgültig verloren hatte, und begann zu zweifeln, ob sein Wissen wirklich echt oder ob er nicht doch verrückt geworden war.

„Eine Frage beantworte ich noch, dann würde ich gerne gehen“, sagte er.

„Also gut, Meister“, sagte ein Mann angriffslustig. „Was wird in hundert Jahren sein?“

Einen Moment überlegte der Prophet, ob er seinen Zuhörern die Wahrheit zumuten konnte. Fast alle sahen ihn an, ungläubig, gespannt, erwartungsvoll oder ängstlich. Sollte er die Wahrheit sagen? Es wurde leise im Saal, aber sein Zögern war keine Kunstpause. Dann schwand seine Unsicherheit und plötzlich war ihm klar, was er enthüllen durfte.

„In hundert Jahren“, sagte er und räusperte sich, „in hundert Jahren …“

Verlassen wir unseren Propheten hier für einen Moment. Dieses Buch wagt ja selbst einen Blick in die Zukunft und versucht die Frage zu klären, ob unsere heutige Lebensweise mit dem allgegenwärtigen Internet, den smarten Handys und der globalen Vernetzung Bestand haben kann. Werden uns in fünfzig Jahren intelligente elektronische Assistenten auf allen Wegen begleiten? Werden unsere Häuser selbsttätig ihren Energieverbrauch optimieren und zugleich perfekten Komfort bieten? Wird unsere Kleidung ständig unseren Gesundheitszustand kontrollieren und uns bei Bedarf warnen?

Oder wird eine globale, allgegenwärtige Diktatur jeden unserer Schritte überwachen, alle Äußerungen und Gesten speichern und auswerten? Wird das Netz uns Sicherheit gewähren oder wird es uns fangen und mit tausend klebrigen Fäden einspinnen?

Oder aber wird das Internet bereits zusammengebrochen sein? Sind unsere Handys dann nur noch nutzlose Spielzeuge mit bunten Bildschirmen?

Wie man die Zukunft vorhersagt

Regierungen und Konzernchefs brauchen jeden Tag Informationen über Trends und Veränderungen. Der Bundesverkehrsminister richtet seine Pläne an den wahrscheinlichen Belastungen der Autobahnen in zehn oder zwanzig Jahren aus. Tim Cook, der Chef von Apple, Inc., würde sicher gerne wissen, welche Features die heutigen Käufer von iPads und iPhones in fünf Jahren verlangen werden. Nicht nur Politiker und Wirtschaftsführer, sondern jeder von uns macht sich seine Gedanken über die Zukunft. Eine sichere Methode zur Vorhersage gibt es aber nicht.

Die meisten Zukunftsmodelle entstehen aus der linearen Fortschreibung von aktuellen und augenfälligen Trends. Das ist einfach, plausibel und meistens falsch. Ein Beispiel: Fernkopien oder Telefaxe (von Tele-Faksimile) hatten sich in den achtziger Jahren des letzten Jahrhunderts im Geschäftsverkehr weitgehend durchgesetzt. Das Prinzip ist außerordentlich einfach: Man schickt Briefe, Angebote, Bestellungen, Bestätigungen, Rechnungen oder Mahnungen nicht mehr mit der Post, sondern legt sie auf das Faxgerät. Es scannt das Dokument ein und schickt es an die Gegenstelle beim Geschäftspartner, die jede empfangene Zeile sofort ausdruckt. Damit ließ sich die Geschäftskorrespondenz außerordentlich beschleunigen. Gegen Ende der achtziger Jahre des 20. Jahrhunderts standen deshalb in jedem Unternehmen Faxgeräte. Jede Zukunftsprognose aus dieser Zeit bescheinigte dem Fax weitere glänzende Entwicklungschancen. Ich möchte diesen Fehler deshalb die „Fax-Falle" nennen. Keine fünf Jahre nach dem Siegeszug der Faxgeräte begann schon der Aufstieg der E-Mail. Weil immer mehr

Vorgänge nicht mehr mit der Schreibmaschine, sondern direkt mit dem Computer bearbeitet wurden, ließ die Bedeutung von Faxgeräten sehr schnell wieder nach. Heute fotografieren die meisten Menschen ein Dokument lieber mit ihrem Handy und versenden die Bilddatei oder schicken eine E-Mail.

Wie lassen sich solche Entwicklungen vorhersehen? Eine Möglichkeit besteht darin, die Meinung möglichst vieler Experten einzuholen. Der Autor einer Zukunftsstudie fragt in der ersten Runde eine ganze Reihe von Fachleuten nach ihrer Meinung zu einem bestimmten Thema oder einem Trend. Für eine zweite Runde bereitet er die Antworten statistisch auf und schickt sie erneut an die gleichen Fachleute. Er lässt sie beispielsweise wissen, dass 70 Prozent dem angefragten Trend große Chancen einräumen, 20 Prozent nur geringe Chancen und weitere zehn Prozent nicht daran glauben, dass er sich durchsetzt. Er bittet dann erneut um Kommentare und Bewertungen. Nach einigen Runden kristallisiert sich ein Gruppenkonsens heraus. Dieses Verfahren ist als Delphi-Methode bekannt, nach dem gleichnamigen Orakel. Leider werden die Ergebnisse beim mehrfachen Rotieren durch die Gruppe rundgeschliffen wie Bachkiesel. Als konkrete Leitfäden sind sie dann ebenso unbrauchbar wie Zeitungshoroskope.

Eine andere Methode versucht, sogenannte Megatrends zu identifizieren. Darunter versteht man längerfristig wirkende, besonders einflussreiche Strömungen in der Gesellschaft. Das im deutschsprachigen Raum gut bekannte Zukunftsinstitut von Matthias Horx mit Niederlassungen in Kelkheim und Wien hat elf Megatrends ausgemacht, an denen es seine Vorhersagen ausrichtet:[55]

- Globalisierung,
- stärkere Beteiligung von Frauen in Wirtschaft und Gesellschaft,
- stärkere Organisation der Menschen in Netzwerken,
- Verstädterung,
- Alterung der Bevölkerung,
- Neo-Ökologie,
- Gesundheit als Markt,
- neue Formen des Lernens,
- Mobilität der Bevölkerung und der Arbeit,
- Wandel der Arbeitsgesellschaft von der Industrie- zur Wissensgesellschaft,
- Individualisierung aller Lebensbereiche und der Lebensläufe.

Wer Genaueres wissen will, muss die Dokumentation *Megatrends 2013* käuflich erwerben. Für etwas mehr als 500 Euro bekommt er die Zukunft sozusagen in die Hand. Günstiger erhält man die Erkenntnisse der US-Geheimdienste von 2012: Sie lassen sich im Internet kostenlos herunterladen.[56] Das National Intelligence Council (ein Gremium der US-Geheimdienste) hat lediglich vier Megatrends ausgemacht, die aber eine „Laufzeit" bis 2030 haben sollen:

- Weltweiter Machtzuwachs des einzelnen Individuums durch Stärkung der Mittelklasse, bessere Bildung, Verbreitung neuer Kommunikationsmittel, neue Produktionsmethoden und Fortschritte im Gesundheitswesen.
- Erosion der Macht einzelner Staaten. Nicht mehr Supermächte, sondern Netzwerke und Koalitionen werden die Weltpolitik beherrschen. Europa, Japan und die USA verlieren Wirtschaftskraft und Einfluss.

- Demografische Verschiebungen sorgen für Unruhe. Die Bevölkerung der Industriestaaten schrumpft und altert, Wanderungsbewegungen nehmen zu und in der Dritten Welt ziehen immer mehr Menschen in die chaotisch wachsenden Städte.
- Der Bedarf an Nahrung, Wasser und Energie steigt bis 2030 kritisch an. Die Menschheit verbraucht 35 Prozent mehr Nahrung, 40 Prozent mehr Wasser und 50 Prozent mehr Energie. Der Klimawandel erschwert die Deckung des Bedarfs, weil mehr extreme Wetterlagen auftreten.

Die Megatrends des Zukunftsinstituts beziehen sich eher auf wirtschaftliche Themen, denn es hat sich darauf spezialisiert, Entscheidungshilfen für Manager anzubieten. Nach eigener Aussage entwickelt es „im Auftrag von Unternehmen trendbasierte Strategien und Innovationen".[57] Die US-Geheimdienste dagegen sollen ihre Regierung auf künftige Herausforderungen vorbereiten. Sie konzentrieren sich deshalb auf die Vorhersage von möglichen internationalen politischen Krisen.

Bei genauerer Betrachtung schreiben beide Organisationen aber nur bestehende Trends fort, sie laufen damit in die „Fax-Falle". Damit lassen sich gerade die interessanten und wichtigen Neuentwicklungen aber nicht erfassen. Schlimmer noch: Wie das Beispiel unseres ehrlichen Propheten zeigt, könnte eine wahrheitsgemäße Beschreibung der Zukunft sogar vollkommen abwegig erscheinen (wenn sie überhaupt möglich wäre). Trotzdem werde ich den Versuch wagen.

Der übernächste Abschnitt skizziert zunächst das Goldene Zeitalter des Internets von 2030 bis 2040. Aller Voraus-

sicht nach werden wir es so bequem haben wie in Köln zur Zeit der Heinzelmännchen, jedenfalls bis an den Wänden die ersten Menetekel auftauchen …

Kurzer Exkurs zur Methode und den Rahmenbedingungen

Die Prognose in diesem Buch verzichtet auf Einzelheiten und lange Zahlenkolonnen. Vielmehr geht sie von einigen Grundannahmen über die Akzeptanz von Innovationen, die Reaktionen auf Krisen und die Grundsätze langfristiger Politik aus. Regierungen richten ihre Aktionen nicht nach objektiven Erfordernissen aus, sondern nach den Regeln des menschlichen Zusammenlebens. Nicht die Vernunft, sondern die Logik des Affenfelsens beherrscht das menschliche Handeln. Die Erkenntnisse der Sozialpsychologie sind deshalb für eine realistische Prognose wichtiger als die Fortschreibung von technischen Innovationen. Dazu gehören unter anderen folgende Punkte:

- Menschen reagieren auf Probleme erst dann, wenn sie selbst betroffen sind oder wenn starke Gefühle angesprochen werden.
- Jedes Volk erwartet, dass die Politiker ihm mittelfristig Wohlstand verschaffen. Alles andere führt recht bald zu latenter und schließlich zu offener Unzufriedenheit.
- Innovationen setzen sich immer dann durch, wenn sie das Ansehen erhöhen, Wartezeiten verkürzen, menschliche Arbeitskraft abbauen helfen, Profite versprechen

oder zur Bequemlichkeit beitragen. Ferner müssen sie den Lebensstil der Menschen unterstützen, nicht aber in erzieherischer Absicht verändern wollen. Andere Innovationen haben kaum Chancen.

- Politiker in demokratischen Staaten handeln aktiv nur im Rahmen ihrer jeweiligen Grundüberzeugungen. Sie neigen allerdings dazu, die unerwünschten Folgen ihrer Handlungen zu ignorieren. In allen übrigen Bereichen sind sie zu Kompromissen bereit und reagieren bereitwillig auf Stimmungen in der Wählerschaft.
- Viele neu eingeführte politische Wohltaten führen zu höheren Staatsausgaben. Mittelfristig ersticken die meisten Staaten in Schulden. Dieses Problem wird in den nächsten 30 Jahren fast alle Industriestaaten betreffen.
- Langfristig sinnvolle, aber unpopuläre Maßnahmen sind selten. Es besteht immer die Gefahr, dass sie wieder abgeschafft werden, um kurzfristig Wählerstimmen zu gewinnen.
- In Krisen- und Kriegssituationen neigen die meisten Menschen dazu, ihre eigenen Gruppen oder Staaten sehr stark zu bevorzugen. Platt formuliert: In Kriegszeiten bricht ein gefährlicher, kaum kontrollierbarer Nationalismus durch, der jede Vernunft überrennt.

Aus all dem entwickelt sich ein dynamisches Verhaltensmodell, das leider nicht besonders hoffnungsvoll stimmt. Ich möchte diese Punkte jedoch nicht als moralische Wertung verstanden wissen. Ich verurteile die Menschen nicht dafür, dass sie so handeln. Als Arzt habe ich gelernt, dass von zehn Patienten vielleicht zwei die Disziplin aufbringen, gesundheitsgefährdende Gewohnheiten langfristig abzulegen.

Die Übrigen schaffen es nicht, Sport zu treiben, Gewicht zu reduzieren oder das Rauchen aufzugeben. Ihnen ist klar, dass sie davon früher oder später krank werden, aber die Einschränkungen und Unbequemlichkeiten einer Umstellung überfordern sie. Sie fühlen sich deshalb unzulänglich und haben ständig ein schlechtes Gewissen. Das ändert leider nichts daran, dass es mit ihrer Gesundheit bergab geht. Doch deswegen sind sie keine schlechten Menschen. Ganz ähnlich geht es den Staaten und Regierungen, wenn es um das Korrigieren von gefährlichen Fehlentwicklungen geht. Nur wenn man eine gangbare, nicht zu teure oder anstrengende Alternative anbietet, besteht eine Chance auf Besserung.

Globale Trends der nächsten zwei Jahrzehnte (bis ca. 2033)

Die Weltbevölkerung wird auf ungefähr 8,5 Milliarden Menschen ansteigen. In unserem Land werden 2030 etwa 79 Millionen Menschen leben, gut eine Million weniger als heute. Indien wird China als bevölkerungsreichstes Land der Erde überholt haben. Dafür wird China die EU beim CO_2-Ausstoß pro Kopf hinter sich lassen. Die CO_2-Konzentration in der Luft wird von 280 ppm (vor der Industrialisierung) über 400 ppm (2013) auf 450 ppm (2030) ansteigen. Die Anstiegsgeschwindigkeit nimmt weiter zu, ein Umsteuern ist nicht in Sicht. Die USA werden so viel Erdgas und Erdöl durch Fracking aus der Erde holen, dass sie ihren Eigenverbrauch damit decken und sogar anfangen, Flüssiggas zu exportieren.

China, Indien, Pakistan, Brasilien, Indonesien und andere Schwellenländer gewinnen mehr wirtschaftliche Macht und bestimmen deshalb immer stärker die Entscheidungen in internationalen Gremien. Europa verliert an Einfluss, bleibt aber wegen seiner gut ausgebildeten Arbeitskräfte und Akademiker eine wichtige Region für Forschung und Entwicklung. Weil der relative Wert der Währungen Euro und Pfund abnimmt, bleibt Europa auch als Industriestandort interessant.

Bis in die jüngste Vergangenheit hinein sind die Staatsgrenzen mindestens zweimal pro Jahrhundert neu gezeichnet worden. Die scheinbar fest gefügte Supermacht Union der Sozialistischen Sowjetrepubliken (kurz UdSSR oder Sowjetunion) zerbröckelte im Dezember 1991 in elf Staaten, nachdem sich die baltischen Republiken Estland, Lettland und Litauen bereits fünf Monate vorher abgespalten hatten. Während dieser Zerfall weitgehend friedlich verlief, zersplitterte der seit 1920 bestehende Balkanstaat Jugoslawien zwischen 1991 und 1995 in einem grausam geführten Bürgerkrieg in fünf Staaten. Der aus Serbien und Montenegro bestehende Reststaat zerfiel 2006, sodass es ein Land mit dem Namen Jugoslawien heute nicht mehr gibt. Bis 2030 könnten also durchaus weitere Veränderungen eintreten. Zum Beispiel könnte sich Spanien in mehrere Staaten auflösen oder Schottland bei dem für 2014 geplanten Referendum seine Unabhängigkeit von England beschließen. Das ist kaum vorherzusehen. Diese Änderungen beeinträchtigen aber die Weltwirtschaft und den Weltfrieden kaum. Eventuell werden sie jedoch das Machtgefüge der Welt destabilisieren und verbindliche internationale Absprachen erschweren.

In Europa, den USA und Japan wird die Staatsverschuldung extreme Werte annehmen. Die Notenbanken werden eine höhere Inflation anstreben, um den Bankrott einzelner Staaten oder ganzer Staatengruppen zu vermeiden. Die Europäische Zentralbank hat 2010 bis 2012 mehr als eine Billion Euro zusätzliches Geld an die privaten Geldinstitute ausgeteilt. Die Geschäftsbanken werden diesen gewaltigen Betrag nach und nach in den Wirtschaftskreislauf entlassen. Damit wird der Geldwert abnehmen und die Inflation an Fahrt gewinnen. Die Staaten der Eurogruppe verringern ihre Schulden also durch die Entwertung der Währung. Andere werden es genauso halten. Der US-Dollar und der japanische Yen unterliegen einem ähnlichen Inflationsdruck.

Der Klimawandel, die ständig wachsende Weltbevölkerung und die Nachfrage nach Energiepflanzen werden für ständige Schwankungen der Preise für Grundnahrungsmittel sorgen. Nur eine international beaufsichtigte Nahrungsmittelreserve von mindestens einer Weltjahresernte wird extreme Preisausschläge verhindern können.

Bei verschiedenen strategischen Metallen wie beispielsweise Kupfer, Silber, Indium, Germanium oder Neodym werden die Preise auf ein Mehrfaches des heutigen Werts steigen. Neodym ist unentbehrlich für starke Magneten und kleine, leistungsfähige Elektromotoren. Die Förderung von wichtigen Metallen und Seltenen Erden sinkt, die Recycling-Quote steigt. Die Preise für Erdöl und Erdgas bleiben vermutlich ungefähr auf heutigem Niveau oder steigen allenfalls moderat. Das Maximum der Ölförderung, auch als *Peak Oil* bezeichnet, ist bis 2030 nicht erreicht.

Die Vorräte an Steinkohle und Braunkohle reichen auch bei steigender Förderung noch für mehrere Hundert Jahre.

In Deutschland wird überlegt werden müssen, wie die reichen heimischen Braunkohlereserven umweltschonend genutzt werden können. Die niederländischen Gasvorkommen, die 2011 bisher etwa ein Fünftel des deutschen Bedarfs decken, werden bis 2030 weitgehend versiegen.[58] Deutschland ist dann auf Lieferungen aus Norwegen und Russland angewiesen. Die Reserven dieser beiden Länder reichen noch einige Jahrzehnte. Die deutschen Schiefergasvorkommen werden bis 2030 nicht in nennenswertem Maße erschlossen. Die mittleren Preise der Reaktorbrennstoffe Uran und Thorium bleiben konstant, können aber erheblich schwanken.[59]

Die Umweltverschmutzung erreicht in den Schwellenländern und den dicht besiedelten Entwicklungsländern an vielen Stellen gesundheitsschädliche Ausmaße. In einigen chinesischen Städten hat die Luftverschmutzung bereits heute jedes erträgliche Maß überschritten. Die Bodenerosion und die Bodenversalzung durch Bewässerung vernichten mehr Ackerland, als neu gewonnen werden kann. Es wird wärmer auf der Erde. Ab etwa 2025 taut das arktische Meereis im Sommer bis auf geringe Reste nördlich von Grönland vollständig auf. In Russland und Kanada rückt die Grenze des Permafrostbodens weiter nach Norden. Dadurch verrottet das bisher gefrorene organische Material aus abgestorbenen Pflanzen und setzt zusätzliche Klimagase frei. Bis 2030 steigen die Temperaturen um fast zwei Grad gegenüber der Mitte des 20. Jahrhunderts. Der Anstieg des Meeresspiegels beschleunigt sich,

weil in Grönland die Gletscher abschmelzen. Das Klima wird instabil, weil die Atmosphäre wärmer wird und mehr Energie enthält.

Die Folgen des ständigen Einschwemmens von langlebigen Plastikteilen in die Ozeane werden schlimmer. Es gibt bereits heute Strände, an denen der Sand dicht mit winzigen Plastikkügelchen durchsetzt ist. Immer mehr Seevögel verhungern, weil ihre Mägen mit Plastik verstopft sind. Das Ökosystem der Ozeane könnte kippen. Die wachsende internationale Mobilität wird für eine ständige Zunahme von Epidemien sorgen, die aber im Allgemeinen schnell eingedämmt werden. Der Fortschritt der Medizin verlangsamt sich, weil die Einführung neuer Medikamente immer teurer wird. Chronisch Kranke und Pflegefälle erhalten in den Industrieländern nur noch eine staatliche Grundversorgung, alle weiteren Leistungen müssen privat bezahlt werden. Auch aufwendige Operationen wird es 2030 nur gegen private Zuzahlung geben. Technische Hilfsmittel wie Exoskelette und Roboter werden zunehmend in der Altenpflege eingesetzt. In den meisten Industrieländern sinkt die Lebenserwartung wieder gegenüber dem Maximum von 2020.

In den Industrieländern verfällt die öffentliche Infrastruktur. Der Zustand von Straßen und öffentlichen Gebäuden wird schlechter. Viel frisches Wasser versickert in den maroden Leitungen. Die Kanalisation verliert Abwasser, sodass der Boden großflächig verseucht wird. Die Hochspannungsnetze fallen öfter aus. Spätestens ab 2040 müssen die Glasfasernetze flächendeckend ersetzt werden, weil ihre Lebensdauer abläuft.

2030 bis 2040 – das Goldene Zeitalter des Internets

Tablet-PCs haben den Alltag erobert. Zeitungen, Zeitschriften und Bücher erscheinen kaum noch in gedruckter Form. Inhalte müssen allerdings bezahlt werden, die reine Werbefinanzierung ist unrentabel. Handys werden zu universellen und unentbehrlichen Begleitern. Sie ersetzen den Haustürschlüssel, Eintrittskarten, Bustickets und Bargeld. Sie fungieren als Führerschein, Personalausweis und Reisepass. Mit einem Handy identifiziert man sich am Flugsteig und in der Bahn. Das Display fungiert als Straßenkarte, Wegweiser und Restaurantführer. Häuser und Wohnungen werden bis 2030 zunehmend mit Sensoren ausgerüstet, um die Energieversorgung zu optimieren. Immer mehr Firmen und Verwaltungen geben die Datenverwaltung und -speicherung an Internetdienstleister ab. Damit sparen sie sich die Kosten für eine eigene Serverinfrastruktur. Die Daten liegen damit in der *Cloud*. Der Dienstleister entscheidet alleine darüber, wo er die Daten tatsächlich aufbewahrt. Die Strominfrastruktur wird in fast allen Ländern komplexer, die Netze werden über große Entfernungen verknüpft. Die Versorgung wird durch ein flächendeckendes Netz von Sensoren und Stellgliedern sichergestellt, das kurzfristig auf Schwankungen bei Angebot und Nachfrage reagiert (*Smart Grid*). Das Internet ist das Rückgrat dieses Systems.

Autos werden mit immer intelligenteren Steuerungen ausgerüstet, die das Fahren weitgehend selbst übernehmen, die optimale Route aussuchen und sich mit anderen Autos sowie der zentralen Verkehrssteuerung abstimmen. Auto-

fahren wird zu einer einfachen und entspannten Angelegenheit.

Aber das Goldene Zeitalter bekommt schon erste Kratzer. Die Produktion von Computerbauteilen und Hochtechnologiekomponenten konzentriert sich auf wenige Standorte, die fast alle in Asien liegen. Weder Amerika noch Europa können Computer, Tablets, Handys, Telefone oder Infrastrukturkomponenten selber herstellen. Die Rohstoffe stammen von allen Kontinenten, jedes Handy enthält Bestandteile aus den verschiedensten Ländern.

Schon heute lesen der britische und der amerikanische Geheimdienst große Teile der Internetkommunikation mit. Bis 2030 werden die meisten Staaten in der Lage sein, das digitale Netz zu überwachen, zu blockieren oder zu manipulieren.

Die Welt in 50 Jahren – das Ende der Informationsgesellschaft

Bevor der Prophet wieder das Wort bekommt, möchte ich hier noch einmal kurz die Voraussetzungen für die Erhaltung des Internets zusammenfassen:

- Ständiger Nachschub an Komponenten,
- ungestörter Welthandel,
- intakte, gut gewartete Infrastrukturen für Transport, Strom und Kommunikation,
- Aussicht auf Wirtschaftswachstum.

Die elektronischen Komponenten des Internets funktionieren drei bis fünf Jahre, jedes Jahr muss also mindestens ein Fünftel ausgetauscht werden. Ohne passende Ersatzteile ist das Gesamtsystem schon nach etwa zwei Jahren akut gefährdet. Nur ein ungestörter Welthandel gewährleistet, dass die Rohstoffe und die Komponenten zu den Fabriken gelangen können, in denen die Hightech-Produkte gefertigt werden. Wenn die Infrastrukturen nicht funktionieren, erreichen die Komponenten ihren Bestimmungsort nicht, oder sie arbeiten nicht, weil der Strom ständig ausfällt oder Telefonkabel fehlen. Und schließlich baut niemand milliardenteure Fabriken ohne Aussicht auf Wirtschaftswachstum. Er müsste sonst damit rechnen, dass er zu wenig verdient, um seine Kredite zurückzuzahlen. Nur wenn alle diese Bedingungen erfüllt sind, kann das Internet überleben.

Jetzt soll aber der Prophet wieder sprechen. Wir hatten ihn verlassen, als er ansetzen wollte, die Welt von 2063 vorzustellen.

„In hundert Jahren“, sagte er und räusperte sich, „in hundert Jahren werden mehr als 9 Milliarden Menschen auf der Erde leben.“

„Wirklich? Wovon sollen die denn leben, was werden sie essen? China hat gerade eine Hungerkatastrophe hinter sich. Indien kann seine Menschenmassen schon jetzt nicht mehr ernähren. Nein, das kann ich nicht glauben“, sagte eine matronenhafte Frau kopfschüttelnd.

„Es wird neue, sehr ertragreiche Getreide- und Reissorten geben“, antwortete der Prophet.

„Doch, das könnte stimmen. Ich habe gehört, dass daran gearbeitet wird“, sagte ein junger Mann mit scharf geschnittenem Gesicht. „Aber sagen Sie, wie wird denn das Klima

werden? Man munkelt ja, die vielen Atomwaffenversuche könnten zu einer neuen Eiszeit führen."

„Nein, im Gegenteil, es wird deutlich wärmer werden. In hundert Jahren wird die Temperatur auf der Erde ungefähr drei Grad höher sein als heute. Die Gletscher in Grönland tauen auf und der Nordpol wird im Sommer eisfrei sein. Der Meeresspiegel liegt 50 Zentimeter höher als heute."

„Wieso das denn?", fragte der Mann verblüfft.

„Die Kohle, das Öl und das Erdgas geben beim Verbrennen Kohlendioxid ab. Dieses Gas reichert sich in der Atmosphäre an und verhindert, dass die Erde auf der Nachtseite Wärme in den Weltraum abstrahlt."

„Moment mal, in hundert Jahren wird die Energie doch hoffentlich komplett von Atomreaktoren erzeugt, oder nicht?"

„Nein, Kohle und Öl werden immer noch wichtig sein."

„Aber Elektrizität wird so billig sein, dass sich keiner mehr Sorgen um seine Stromrechnung machen muss?"

„Elektrizität wird in Deutschland und in anderen Ländern Europas sehr teuer werden. Die Städte werden nachts die Straßenlampen abschalten, um Kosten zu sparen. Und es wird auch nicht immer Strom zur Verfügung stehen. Dann werden auch in Privathäusern Geräte zentral abgeschaltet."

„Das ist ja wie im Osten bei Ulbricht! Sie sagten doch vorhin, der Kommunismus sei dann verschwunden?"

Ein etwa fünfzigjähriger Mann in einem sichtlich maßgefertigten grauen Anzug meldete sich:

„Nicht dass ich Ihnen das alles glaube, aber wenn ich schon hier bin, möchte ich Ihnen wenigstens ein oder zwei Fragen stellen. Werden wir in hundert Jahren den Krebs besiegt haben, so wie das Penicillin die Infektionskrankheiten

besiegt hat? Werden die Menschen bei voller Gesundheit hundert Jahre oder älter?“

„Penicillin und andere Stoffe werden ihre Wirkung verlieren und Infektionen wieder jedes Jahr Zehntausende von Menschen in Deutschland umbringen. Den Krebs wird man besser bekämpfen können, aber man wird ihn nicht besiegen. Und die Menschen in Deutschland werden wesentlich älter. 2063 werden mehr als ein Drittel von ihnen über 65 Jahre alt sein.“

Der Gutgekleidete verzog keine Miene, als sei er es gewohnt, dass man ihm seltsame Geschichten erzählt. Er antwortete: „Das klingt ja alles sehr interessant. Ich frage mich nur, wer denn im Jahre 2063 noch arbeitet und Steuern bezahlt, wenn Sie recht haben.“

Ein anderer Mann räusperte sich. Sein breites, vorgealtertes, von feinen blauen Adern durchzogenes Gesicht und seine wässerigen Augen ließen erkennen, dass er viel im Freien arbeitete.

„Wissen Sie, ich bin Bauer, und was Sie da sagen von dem wärmeren Klima, das würde doch heißen, es gäbe mehr Dürren und mehr Gewitter. Heiße Jahre sind nicht gut für die Ernte, so viel ist sicher.“

„Es wird weltweit Missernten geben. Viele Menschen werden verhungern und in den reichen Staaten wird das Brot teurer. Die Teuerung wird Revolutionen und Kriege auslösen“, sagte der Prophet traurig. Es wäre ihm lieber gewesen, man hätte ihm diese Frage nicht gestellt.

„Was ist mit den Computern, von denen Sie gesprochen haben? Und der Verbindung der Menschen untereinander, dem Wissen der Welt, das jedem zur Verfügung steht?“

„Das alles wird wieder verloren gehen. Nur ganz wenige riesige Fabriken werden Computer, Handtelefone und Netzwerkkomponenten bauen. In den Wirren der Hungersnöte und Kriege, der unsicheren Seewege und der Hyperinflation wird die Produktion aber stillgelegt werden."

„Ach, das ist schade", sagte der Besitzer des Fernsehgeschäfts, „aber ich glaube immer noch nicht, dass solche Wunderdinge jemals gebaut werden. Na ja, wer braucht schon das Wissen der Welt auf einem Minibildschirm oder möchte ständig ein Telefon mit sich herumtragen? Ich lese jeden Tag die Zeitung, das ist mir genug. Und abends gibt es ja die *Tagesschau* – wenn man einen Fernseher hat."

Er sah sich Beifall heischend um.

„Ich würde jetzt gerne gehen, wenn niemand mehr eine Frage hat", sagte der Prophet.

„Und wenn es nun ganz anders kommt?", fragte hoffnungsvoll der Junge, der sich für die Roboter interessiert hatte.

„Es ist nur eine Vision. Ich kann nichts dafür", sagte der Prophet etwas hilflos. „Vielleicht finden die Menschen einen Weg, alles zum Besseren zu wenden". Wie er da so stand, tat er seinen Zuhörern plötzlich leid.

„Danke trotzdem. Vielleicht ist Ihre Vision ja nur eine Warnung", sagte die matronenhafte Frau. Und nach einer Pause fügte sie hinzu: „Hundert Jahre sind viel Zeit, um alles noch zu ändern."

Wenn dieses Ereignis je stattgefunden hätte, wäre es jetzt fünfzig Jahre her … und so bleiben uns nur noch fünfzig Jahre, um alle Fehlentwicklungen zu korrigieren. Wir

haben es verpasst, den Anstieg der CO_2-Konzentration auf gefährliche Werte zu verhindern. Die Energiewende in Deutschland ändert daran nichts, sie sorgt hierzulande lediglich für teuren Strom. Wie die christlichen Kirchen seit zweitausend Jahren schmerzlich erfahren müssen, hört niemand gerne zu, wenn Tugend, Verzicht, Besitzlosigkeit und Bescheidenheit gefordert werden. Die Verfechter der Leerformel „Nachhaltigkeit" haben aber von der anhaltenden Erfolglosigkeit kirchlicher Moralpredigten offenbar nichts gelernt. Der Bericht *Welt im Wandel, Gesellschaftsvertrag für eine große Transformation* des wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) ist ein abschreckendes Beispiel für eine solche weltfremde Einschätzung.[60] Dort findet man Sätze wie: „Die Weltbürgerschaft stimmt Innovationserwartungen zu, die normativ an das Nachhaltigkeitspostulat gebunden sind, und gibt dafür spontane Beharrungswünsche auf." Übersetzt heißt das in etwa, dass sich alle Menschen freiwillig zu Veränderungen bereit erklären, die zu einer nachhaltigen Lebensweise führen. Dafür versprechen sie, auf liebe Gewohnheiten zu verzichten. Wie sich aber an jedem Neujahrsmorgen erweist, haben gute Vorsätze ziemlich genau die Lebensdauer des Katers nach der Feier. Darauf einen neuen Gesellschaftsvertrag errichten zu wollen, ist eher eine akademische Fiktion als eine sinnvolle Handlungsoption.

Derzeit steuert die Weltwirtschaft auf einen Absturz zu, der sich als unumkehrbar erweisen könnte – mit allen fürchterlichen Konsequenzen. Wenn wir einfach so weitermachen, ist das Ende absehbar.

Rettung durch Innovation?

Die Prognose unseres Propheten ist nicht die erste, die den Zusammenbruch der Wirtschaft voraussagt. So waren viele Menschen im 19. Jahrhundert davon überzeugt, dass der auf Droschken und Pferdebahnen beruhende öffentliche Nahverkehr in den Städten nicht weiter ausbaufähig war. Die Straßen würden sonst im Pferdemist versinken. Heute transportieren S-Bahnen, U-Bahnen, Busse und Taxen in unseren Städten sehr viel mehr Menschen, als man sich damals überhaupt vorstellen konnte. Auch der giftige Smog, der in den kalten Monaten aus Nebel und Kohlenstaub entstand, hat unsere Städte verlassen (in China ist das Problem allerdings noch sehr akut). Die Flüsse sind sauberer als jemals zuvor in den letzten hundert Jahren. Wissenschaft und Technik haben enorme Fortschritte gemacht. Das sollten eigentlich gute Voraussetzungen sein, um die Menschheit in eine goldene Zukunft zu führen. Die Tabelle auf der nächsten Seite zeigt, welche Probleme dafür gelöst werden müssen und wie viel Zeit dafür bleibt (Tab. 6.1):

Wenn die Menschheit das Weltklima stabil halten will, muss sie aufhören, große Mengen CO_2 und andere Klimagase in die Atmosphäre zu blasen. Bisher benötigt sie jedoch zur Erzeugung von Elektrizität, zum Heizen sowie für Autos, Flugzeuge und Schiffe große Mengen fossiler Brennstoffe. Der CO_2-Ausstoß lässt sich nur begrenzen, wenn man eine Alternative zu Benzin, Kohle, Erdgas und Heizöl erfindet. Das neue Verfahren sollte nicht teurer sein als die fossilen Brennstoffe, weil es sonst von den meisten Ländern der Erde nicht verwendet würde.

Tab. 6.1 Notwendige Innovationen

Problem	Zeitrahmen	Chancen	Kommentar
Saubere und billige Stromerzeugung in großem Maßstab	2050	–	Ohne preiswerte Alternativen werden mehr Kohle- und Gaskraftwerke gebaut.
Stromspeicherung zum Ausgleich der unregelmäßigen Einspeisung von Wind- und Sonnenenergie	2030	–	Die fehlende Stromspeicherung begrenzt den Ausbau von regenerativen Energien.
Stromspeicherung für Fahrzeuge, Flugzeuge und Schiffe	2040	–	Akkus für Autos sind bisher zu klein und laden zu langsam.
Leichte und billige Verfahren für die Erhaltung der Verkehrsinfrastruktur	2050	+–	Die Erhaltung der bestehenden Infrastruktur ist teuer. Jede Entlastung könnte helfen.
Kostengünstige Fertigung von Computerkomponenten in regionalem Maßstab	2040	–	Neue Verfahren der Chip-Produktion sind durchaus denkbar.
Langlebige und standardisierte Computerkomponenten	2050	+	Computerbauteile könnten durchaus länger halten, bisher war aber kein Markt dafür da.
Stabiles Wirtschaftswachstum bei zurückgehender und alternder Bevölkerung	2050	––	Das ist weniger ein technisches als vielmehr ein gesellschaftliches Problem.

Tab. 6.1 (Fortsetzung)

Problem	Zeitrahmen	Chancen	Kommentar
Ersatz für unverrottbare Kunststoffe aus der Erdölproduktion	2030	+	Die Ozeane sind mit fast unzerstörbarem Plastikmüll stark belastet. Er tötet Seevögel und hat unabsehbare Langzeitwirkungen.

–– steht für sehr unwahrscheinlich, – steht für unwahrscheinlich, +– steht für möglich, +steht für wahrscheinlich

Deutschland macht also einen Fehler, wenn es auf eine Einführung von regenerativen Stromerzeugern ohne Rücksicht auf die Kosten setzt. Bei vollständiger Umsetzung des Konzepts würde sich Deutschland den mit Abstand teuersten Strom der Welt leisten. Das schreckt aber die meisten potenziellen Nachahmer erst einmal ab. Deutschland ist deshalb kein Modell für die Welt und für die weltweite Reduktion des Kohlendioxidausstoßes ist unser Vorgehen weitgehend irrelevant, wenn nicht gar schädlich.

Auch im Straßenverkehr muss eine sinnvolle Alternative für Autos mit Verbrennungsmotoren geschaffen werden. Benzin ist ein unglaublich effektiver Energiespeicher. Kein Akku kann bei gleichem Gewicht auch nur annähernd so viel Energie speichern wie der Benzintank eines Autos. Ein Kilogramm Benzin setzt beim Verbrennen etwa 11 000 Wh (Wattstunden) frei, die besten verfügbaren Lithium-Ionen-Akkus speichern etwa 200 Wh/KG Gewicht. Mit neuen Technologien hofft man, auf etwa 1 000 Wh/KG zu kommen, was aber vom Energiegehalt des Benzins immer noch

weit entfernt ist. Wer einen Akku erfindet, der billig, klein und leistungsfähig ist, könnte also ein Vermögen verdienen. Leider müsste der Stromspeicher mindestens die zehnfache Kapazität eines heutigen Lithium-Akkus haben, seine Ladung wochenlang halten und deutlich weniger kosten als heute. Weil die Industrie bereits seit mehr als 50 Jahren an einem solchen technischen Wunder arbeitet, glaube ich nicht, dass es bis 2050 realisiert werden kann.

Dagegen sollte es möglich sein, Computerchips auch in kleineren Mengen kostengünstig herzustellen. Vielleicht überlegen sich die europäischen Staaten auch noch, dass bestimmte Komponenten von höchster strategischer Bedeutung sind und deshalb in Europa gefertigt werden sollten. Es wäre auch nicht schwierig, langlebige Computer- oder Netzwerkkomponenten zu bauen. Wegen der schnellen Innovation gab es dafür bisher aber keine wirkliche Nachfrage.

Die Aufgabe, bei zurückgehender Bevölkerung und chaotischen Klimaverhältnissen ein stabiles politisches System und eine florierende Wirtschaft aufrechtzuerhalten, entzieht sich hingegen jeder technischen Lösung. Es ist ein Problem des menschlichen Zusammenlebens. Menschen erwarten von ihren Regierungen Brot, Sicherheit, Arbeit und Wohlstand. Wo das nicht gewährleistet ist, gewinnen populistische und nationalistische Strömung immer mehr Anhänger. Eine Welt aus nationalistisch oder diktatorisch regierten Staaten wird aber kein übernationales Wissensnetz aufrechterhalten können. Die während der Eurokrise 2011–2013 beobachteten nationalistischen Ausbrüche sind vermutlich nur ein Vorspiel der Dinge,

die noch kommen werden. Es besteht die ernste Gefahr, dass die Welt schon in naher Zukunft von Misstrauen und Verschwörungstheorien regiert wird. Wenn die Menschen nicht in letzter Minute zur Vernunft kommen, werden die großen und kleinen Mächte schon bald für den letzten großen Krieg rüsten.

7
Hightech-Kriege

Stell dir vor, es ist Krieg, und keiner muss hingehen. Denn der Krieg ist überall. Wir müssen uns von der traditionellen Vorstellung verabschieden, dass ein militärischer Konflikt auf ein bestimmtes Territorium begrenzt ist und die Zivilbevölkerung nur eingeschränkt betrifft. Ein künftiger Krieg wird sowohl in der wirklichen Welt als auch im Internet ausgetragen, und er ist keineswegs weniger grausam als eine Schlacht zwischen großen Heeren. Die USA arbeiten bereits an einem System, mit dem sie jeden Punkt der Erde ohne Vorwarnung binnen einer Stunde bombardieren können (*Prompt Global Strike*). Russland hat Ende 2012 angekündigt, es werde nachziehen. Bis 2050 könnten mehr als ein Dutzend Staaten solche Systeme installiert haben.

Die Kriege des 21. Jahrhunderts kennen keine Front mehr, sie richten sich generell gegen die Fähigkeit des Gegners, Kriege zu führen. Die Infrastrukturen und Industrieanlagen rücken damit zu wichtigen Angriffszielen auf. Mit weniger als dreißig gezielten Raketenangriffen auf strategische Punkte des Stromnetzes könnte man beispielsweise in ganz Europa für Wochen die Lichter ausgehen lassen. Das hätte derart katastrophale Folgen (siehe Kap. 2), dass Europa auf Jahre hinaus nicht einmal daran denken könnte,

T. Grüter, *Offline!*, DOI 10.1007/978-3-642-37737-2_7,

einen Krieg zu führen. Bis 2040 werden allerdings China, Indien, Brasilien und andere Schwellenstaaten genauso verwundbar sein.

Wenn wir Glück haben, werden die Menschen einsehen, dass es besser ist, zusammenzuarbeiten. Die Experten sind sich darüber allerdings nicht einig. Der amerikanische Psychologe Steven Pinker ist davon überzeugt, dass die Vernunft den Sieg davontragen wird. In seinem Buch *Gewalt: Eine neue Geschichte der Menschheit* argumentiert er klug und überzeugend, dass wir in der friedlichsten Epoche der Menschheit leben. Gewalt, so sagt er, wird immer weniger als Option wahrgenommen. Diese Meinung hat zwar einiges für sich, wird aber keineswegs von allen geteilt. Der ehemalige luxemburgische Ministerpräsident Jean-Claude Juncker widersprach Pinker im März 2013 in einem Interview mit dem *Spiegel*.[61] Er fühle sich an die Situation in Europa 1913 erinnert, als am Vorabend des Ersten Weltkriegs niemand in Europa glauben wollte, dass ein Krieg überhaupt möglich sei. „Wer glaubt, dass sich die ewige Frage von Krieg und Frieden in Europa nie mehr stellt, könnte sich gewaltig irren. Die Dämonen sind nicht weg, sie schlafen nur“, sagte er.

Der amerikanische Evolutionsbiologe Jared Diamond stellte die Theorie auf, dass Kriege eine Erfindung der Jungsteinzeit seien. Erst seitdem Menschen sesshaft wurden, hätten sie Dinge besessen, um die es sich zu kämpfen lohnt, wie Land, Vieh, Korn, Gold, Frauen. In einer Jäger- und Sammlergesellschaft brauchte niemand mehr, als er zu tragen vermochte, und die umherziehenden Stämme konnten sich leicht aus dem Weg gehen. „Hungersnöte, Krieg und Tyrannei“ habe der Übergang zur Sesshaftigkeit über die Menschen gebracht, schrieb Diamond in einem Aufsatz von

1987.[62] Allerdings weiß man inzwischen, dass auch benachbarte Schimpansenstämme regelrecht Krieg gegeneinander führen. In seinen neueren Büchern *Der dritte Schimpanse* und *Kollaps* erwähnt Diamond seine These nicht mehr, obwohl er sich im ersteren Werk ausführlich mit den verderblichen Folgen der Sesshaftigkeit auseinandersetzt. In den letzten Jahren wurde die These populär, dass ein Überschuss an jungen Männern die Kriegsgefahr steigert. Empirische Untersuchungen bestätigen eine statistische Korrelation, die natürlich keinen Kausalzusammenhang beweist.[63]

Wenn die These stimmt, steigt in Asien derzeit die Kriegsgefahr. In China, Indien, Pakistan, Thailand und anderen asiatischen Ländern werden weibliche Föten massenhaft abgetrieben. Jedes Provinzkrankenhaus, ganz gleich, wie primitiv es eingerichtet ist, hat ein hochmodernes Ultraschallgerät, mit dem sich das Geschlecht eines Fötus vor der Geburt zuverlässig bestimmen lässt. In China dürfen Eltern nur ein Kind haben, und die meisten wollen einen Jungen. In allen asiatischen Ländern bedeutet eine Tochter traditionell eine hohe finanzielle Belastung, denn bei der Hochzeit müssen die Brauteltern der Familie des Bräutigams eine hohe Mitgift zahlen. Auch die Ausrichtung der Hochzeitsfeier geht ausschließlich auf ihre Rechnung. Früher erhielten Mädchen wegen dieser Last in schlechten Zeiten weniger Nahrung als Jungen und hatten schlechtere Überlebenschancen. Im schlimmsten Fall wurden sie unmittelbar nach der Geburt getötet. Mit der (inzwischen in vielen Ländern verbotenen) vorgeburtlichen Geschlechtsbestimmung wurde die Sache einfacher und der Überschuss an Männer nahm zu. Das Phänomen lässt sich in ganz Asien beobachten. Auch in Aserbaidschan, Südkorea, Taiwan und Vietnam werden sehr viel mehr Jungen als Mädchen

geboren. Nach verschiedenen Schätzungen aus dem Jahr 2012 baut sich weltweit ein Männerüberschuss von bis zu 160 Millionen auf.[64] In praktisch allen asiatischen Ländern wird von einem Mann erwartet, dass er finanziell abgesichert ist, wenn er heiratet. Die Männer am unteren Rand der Gesellschaft werden deshalb keine Chance haben, eine Familie zu gründen. Bereits mehrfach haben Wissenschaftler gewarnt, dass diese Konstellation zu mehr Gewalt und Kriminalität führen könnte. Einige Länder könnten versucht sein, das Problem nach außen zu verlagern und militärische Abenteuer zu beginnen.

Andererseits muss man nicht den dumpfen Aggressionstrieb bemühen, wenn es um künftige Kriege geht. Militärs in aller Welt versuchen heutzutage, ihre Ziele mit immer weniger Personal zu erreichen. Roboter und Drohnen werden bald das blutige Geschäft der Soldaten erledigen. In wenigen Jahren werden sie wahrscheinlich schon autonom arbeiten und mit unmenschlicher Präzision jeden töten, den sie nicht als Freund erkennen. Alle Seiten werden dann die Kommandozentralen und die Infrastrukturen des Gegners aus der Ferne mit Maschinen anzugreifen. Menschen stören dabei nur und ihr Tod kommt in der Kriegsplanung nur als Kollateralschaden vor, als unvermeidliche Nebenwirkung einer automatisierten Kriegführung von Computern gegen Computer.

Nie wieder Krieg – oder doch?

Die meisten Europäer hängen der Illusion an, Krieg sei etwas Fernes, ein archaisches blutrünstiges Ritual, das einer zivilisierten Gesellschaft unwürdig ist. Sie blicken entsetzt

auf die anhaltenden Gemetzel in Afghanistan, Arabien und Afrika. Dabei vergessen sie gerne, dass auch in Europa die gewaltsame Auseinandersetzung zwischen Völkern bis ins 20. Jahrhundert hinein offiziell verherrlicht wurde. Heute gilt ein Krieg vielen Menschen als Versagen der Politik, nicht als ihre Fortführung mit anderen Mitteln, wie es der deutsche Militärtheoretiker Carl von Clausewitz im 19. Jahrhundert formuliert hatte. Bei jedem aktuellen Konflikt versucht die UNO zu schlichten. Wenn das nicht gelingt, schickt die internationale Gemeinschaft nach Möglichkeit Truppen, um den Frieden zu erzwingen oder zu sichern. Die Großmächte Russland und USA möchten aber nicht unbedingt darauf warten, dass die UNO eingreift. Die USA sehen sich seit dem Terrorangriff auf das World Trade Center und das Pentagon vom 11.9.2001 dauerhaft im Krieg.

Das Verteidigungsministerium der USA erklärte in einem Bericht vom 1. Februar 2010: „Die Aufgabe des Verteidigungsministeriums ist es, das amerikanische Volk zu schützen und die Interessen unserer Nation zu fördern. In Wahrnehmung dieser Verantwortung müssen wir zuallererst begreifen, dass die USA eine Nation im Kriegszustand ist.“[65]

Der Afghanistankrieg und der Irakkrieg müssen unter diesem Aspekt als Teile eines weltweiten Feldzugs gegen islamistische Terroristen betrachtet werden.

Auch andere Staaten führen offene Kriege. Russland und Georgien gerieten Mitte August 2008 aneinander. Georgien versuchte, mit militärischer Gewalt das abtrünnige Gebiet Südossetien unter Kontrolle zu bringen. Daraufhin griffen russische Truppen ein und warfen die georgischen Verbände zurück. Die Interventionstruppen besetzten mehr als einen Monat lang größere Areale im georgischen Kernland

auch außerhalb der eigentlichen Konfliktzone. Russland betrachtet Georgiens abtrünnige Gebiete Südossetien und Abchasien seit dem 26.8.2008 als jeweils unabhängige Staaten. Diese Auffassung teilen allerdings nur wenige andere Länder der Welt.

Wenn sich eine Weltmacht unmittelbar bedroht fühlt oder ihre Interessen berührt sieht, wird sie nicht auf die Vermittlung internationaler Organisationen warten. Daraus ergeben sich in Zukunft neue Konfliktlinien. So betrachten sowohl China als auch die USA das rohstoffreiche Australien als ihre jeweilige Einflusszone.

Wir leben also keineswegs in einem Zeitalter des Friedens. Große und kleine Staaten sind ständig in militärische Konflikte verwickelt. Das Heidelberger Institut für Internationale Konfliktforschung (HIIK) dokumentiert seit 1991 innerstaatliche und internationale Konflikte. Allein im Jahr 2011 zählte es zwanzig Kriege. In einer Pressemitteilung vom Februar 2012 erklärte Natalia Hoffmann, Vorstandsmitglied des HIIK: „Eine Tendenz hin zu einer friedlicheren Welt kann auf dem Hintergrund des explosionsartigen Anstiegs der Anzahl von Kriegen im Vergleich zum Vorjahr bei Weitem nicht erkannt werden.“[66]

Künftige Konfliktherde

Gleich elf drohende Kriege haben die Journalisten Andreas Rinke und Christian Schwägerl in ihrem gleichnamigen Sachbuch[67] ausgemacht. Staaten könnten wegen Wasser, Nahrung oder Rohstoffen aneinandergeraten. Wanderungsbewegungen oder kulturelle Konflikte könnten selbst

große Länder an den Rand eines Bürgerkriegs führen. Und schließlich könnte das Gleichgewicht zwischen den Großmächten durch neue Erfindungen oder durch Cyberkriege ins Wanken geraten. Das Ganze ist exzellent recherchiert und räumt mit der Vorstellung auf, dass Kriege der Vergangenheit angehören.

Auch nationale Aufwallungen aus vergleichsweise nichtigem Anlass können im 21. Jahrhundert bewaffnete Konflikte auslösen. Im Jahr 2012 gab es in China große antijapanische Protestmärsche, weil die Regierung in Tokio drei unbewohnte Inseln im Pazifik von japanischen Privatleuten gekauft hatte. Sie gehören zu den Senkaku-Inseln (in China heißen sie Diaoyu), einer Gruppe von fünf winzigen Eilanden und drei Felsen 186 Kilometer nordöstlich von Taiwan und 410 Kilometer westlich der japanischen Insel Okinawa. Die größte Insel Uotsuri-shima misst ganze vier Quadratkilometer. Nur einige Hundert wilde Ziegen wohnen dort, Nachkommen eines einzigen Paares Hausziegen, das 1978 dort ausgesetzt wurde. China, Taiwan und Japan streiten seit Jahrzehnten um den Besitz der winzigen Eilande. Im September 2012 riefen chinesische Demonstranten zum Boykott japanischer Waren auf. Ein entfesselter Mob plünderte die Geschäfte einiger chinesischer Händler für japanische Autos. Japanische Firmen schlossen für einige Tage ihre chinesischen Werke. Grundsätzlich herrscht zwischen China und Japan stets eine etwas angespannte Atmosphäre. Die Beziehungen werden noch immer von den Kriegsverbrechen belastet, die japanische Soldaten zwischen 1931 und 1945 in China begingen. In China wird bitter vermerkt, dass Japan sich nie entschuldigt hat, von Wiedergutmachung ganz zu schweigen.

Die Inseln sind aber mehr als nur Symbole der Feindschaft. Geologische Untersuchungen haben Anzeichen für größere Öl- und Gasreserven gefunden. In der gegenwärtig angespannten Lage konnte bisher niemand wagen, dort Bohrplattformen zu errichten oder die Ausdehnung eines möglichen Ölfelds genauer zu untersuchen. Deshalb schießen die Spekulationen ins Kraut. Die drittgrößten Erdölreserven der Welt könnten dort liegen, schätzt eine chinesische Studie. Das wäre schon ein Schatz, um den es sich zu streiten lohnt. Trotz der angespannten Lage kann keine der Seiten zurückweichen, ohne ihr Gesicht zu verlieren. Im September 2012 drangen 40 taiwanesische Fischerboote und acht Boote der Küstenwache zu den Inseln vor. Die japanische Küstenwache bekämpfte sie mit Wasserwerfern, ein taiwanesisches Boot antwortete auf gleiche Art.[68] Die Japaner wählten Ende 2012 eine Regierung, die im Wahlkampf versprochen hatte, das Militär deutlich zu stärken.

Auch Indien und Pakistan rüsten immer stärker auf. Seit ihrer Unabhängigkeit im Jahr 1947 haben sie bereits vier Kriege gegeneinander geführt. Indien war 2011 der weltweit größte Importeur von Rüstungsgütern, Pakistan der drittgrößte.[69] Beide Staaten verfügen über einsatzbereite Atomwaffen und haben Raketen gebaut, die Atomsprengköpfe an jeden Punkt der Erde bringen können.

Müssen wir also mit einem neuen Weltkrieg rechnen oder wird die Menschheit lernen, ihre Streitigkeiten friedlich zu lösen, bevor es zu spät ist? Wenn der Westen gegen den Osten, Japan gegen China oder Indien gegen Pakistan Krieg führt, würde die ganze Welt leiden, aber niemand etwas gewinnen. Die internationalen Handelsströme, von denen unsere gesamte Lebensweise abhängt, würden zu dünnen

Rinnsalen zusammenschrumpfen. Wer einen bewaffneten Konflikt anzettelt, gefährdet die gesamte industrielle Entwicklung seines Landes und setzt sogar den aktuellen Stand aufs Spiel. Da sollte man doch annehmen, dass verantwortungsvolle Staatslenker auf solch riskante Manöver verzichten. Leider entstehen Kriege aber keineswegs nur aus rationalen Motiven, und bereits die Androhung kann eine fatale Eskalationsspirale auslösen. Seit Jahren droht Nordkorea immer wieder in den schrillsten Tönen mit einem großen Krieg gegen die USA und seinen Nachbarn Südkorea. Bisher haben die kommunistischen Herrscher des armen, aber hochgerüsteten Staats keine Taten folgen lassen, aber die Gefahr eines Krieges auf der koreanischen Halbinsel ist nur schwer einzuschätzen. In der aufgeheizten Situation reicht schon die punktuelle Überreaktion einer Seite, um den bewaffneten Konflikt auszulösen.

Der moderne Krieg findet am Bildschirm statt

Die moderne Computertechnologie und die hoch entwickelte Kommunikationstechnik haben nicht zum Weltfrieden beigetragen. Im Gegenteil, Militärs in aller Welt haben sie zu wichtigen Werkzeugen moderner Kriege gemacht. So setzt die Regierung der USA im Kampf gegen Terroristen immer mehr auf unbemannte Flugkörper, sogenannte Drohnen. Sie können viele Stunden in der Luft bleiben und leisten wertvolle Aufklärungsarbeit. Gesteuert werden sie aus gut klimatisierten und mit modernster Technik vollgestopften Containern in den USA. Im Luftwaffenjar-

gon heißen die Container „Cockpits“, die darin arbeitenden Soldaten sind die Drohnenpiloten. Bei ihren Kameraden sind sie schlecht angesehen. Sie gelten als Drückeberger, die zu Hause vor den Monitoren sitzen, während andere ihre Knochen hinhalten. Nicht zuletzt aus diesem Grund haben die Amerikaner Probleme, genügend Personal zur Steuerung der unbemannten Flugkörper zu finden.[70] Die Drohnen beobachten aber nicht nur, sie können auch angreifen. Einige von ihnen tragen Luft-Boden-Raketen, mit denen sie Stellungen der Gegner oder die Häuser von Befehlshabern bombardieren können. Auch diese Angriffe steuern die Soldaten in den Containern. Präsident Barack Obama hat diese Art der Kriegsführung stark ausgeweitet und setzt sie besonders gegen islamistische Kämpfer in Pakistan, Afghanistan, Somalia und im Jemen ein.

Inzwischen beschaffen immer mehr Länder unbemannte militärische Flugkörper und rüsten sie mit Luft-Boden-Raketen aus. Auch in Deutschland ist diese Maßnahme vorgesehen. Der Krieg wird dadurch nicht etwa unpersönlicher, im Gegenteil. Die Drohnenpiloten beobachten ihre Gegner und die Dorfbewohner ihres Zielgebiets lange und gründlich. Der Krieg ist für sie näher und unmittelbarer als für die Jetpiloten, die ohne Zielsichtung eine Rakete abschießen, sobald sie grünes Licht dafür bekommen.[71]

Während die heutigen Drohnen noch sehr groß sind, wartet eine neue, wesentlich kleinere Generation schon auf ihren Einsatz. Die amerikanische Firma Aero Vironment produziert beispielsweise unter dem Namen *Raven* Miniaturdrohnen. Die Nutzlast wiegt nur 450 Gramm und enthält ein Tag und Nacht nutzbares Videosystem sowie einen Laserilluminator zur Zielmarkierung. Ein Fußsoldat kann

das nur zwei Kilogramm wiegende Gesamtsystem problemlos im Gepäck mitführen. Der *Raven* kann auch eine Sprengladung ins Ziel bringen.

Es geht auch noch kleiner. Forschungsinstitute in der ganzen Welt arbeiten an käfergroßen Robotern, die sich wie Fischschwärme selbst organisieren sollen. Der münzgroße *Kilobot* der Self-organizing Systems Research Group der Harvard University ist extra dafür geschaffen worden, um solches Gruppenverhalten zu studieren. Man braucht nicht viel Fantasie, um sich militärische Einsätze vorzustellen. Schwärme künstlicher Käfer könnten beispielsweise Flugzeuge zum Absturz bringen, indem sie sich in die Triebwerke stürzen. Jeder Käfer könnte auch ungefähr ein Gramm Sprengstoff mitnehmen. Das ist zwar nicht viel, aber wenn Tausende explosiver Käfer gleichzeitig detonieren, zerstören sie auch große Gebäude. Schon sehr einfache Systeme entwickeln bei entsprechender Programmierung eine erstaunliche Schwarmintelligenz. Einmal losgeschickt, wären sie kaum aufzuhalten.

Die Idee ist nicht wirklich neu. Der geniale Science-Fiction-Autor Stanislaw Lem hat bereits 1964 in seinem Roman *Der Unbesiegbare* eine Welt entworfen, in der Maschinenwesen einen langen Krieg ausfechten. Massenhaft auftretende insektengroße Roboter gewinnen schließlich den Kampf. Sie finden sich zu riesigen Schwärmen zusammen und machen ihre Gegner mit gewaltigen Magnetfeldern kampfunfähig. Dabei rotten sie quasi nebenbei auch alle höher entwickelten Tiere aus, weil sie deren Nervensysteme zerstören.

Seit mehr als 50 Jahren träumen Ingenieure von noch kleineren Systemen, den sogeannten Nanobots oder Na-

niten. Bisher tauchen sie nur in Science-Fiction-Büchern auf, denn noch kann sie niemand herstellen. Auf virtuellen Zeichenbrettern sind aber bereits winzige Roboter entstanden, neben denen sich menschliche Blutzellen wie Blauwale ausnehmen. Sie sollen zukünftig beispielsweise verstopfte Gefäße im menschlichen Körper aufbohren oder Entzündungen behandeln. Wenn Naniten überhaupt je gebaut werden, wären sie wie geschaffen für Kriege. Ihre geringe Größe und enorme Flexibilität machen sie zu einem perfekten Zerstörungswerkzeug. Sie könnten sich beispielsweise in den Abzug von Gewehren setzen und dort Säure oder Klebstoff absondern. Binnen weniger Stunden wären die Waffen unbrauchbar. Wenn man fliegende Nanobots darauf programmiert, auf die Quelle eines Radarsignals zuzufliegen, würden sie sich wie ein Mückenschwarm auf die Antenne setzen und das Gerät blind machen. Wärme liebende Nanobots würden in elektrische Geräte kriechen, um sie kurzzuschließen. Wir stehen vielleicht vor einer ganz neuen Definition von Krieg. Bislang spricht aber glücklicherweise nichts dafür, dass die Nanobots in absehbarer Zeit Realität werden. Derzeit fristen sie ein ausschließlich virtuelles Leben als Objekte von großzügig geförderten Forschungsvorhaben.

EMP – der ultimative Puls

Eine kleine Atombombe kann selbst dann gewaltige Schäden anrichten, wenn man sie nicht am Boden, sondern in 100 und 500 Kilometer Höhe zündet. Ihr Hitzeball verbrennt keine Menschen und löst keinen Feuersturm aus, ihre Druckwelle zerfetzt keine Lungen und wirft keine

Häuser um, selbst ihre Strahlung bleibt gering. Dennoch bereiten sie den Militärs arges Kopfzerbrechen, denn die Wechselwirkung mit den oberen Luftschichten macht die Bomben zur idealen Hightech-Waffe.

Ihre intensive Gammastrahlung ionisiert die obere Atmosphäre. Dadurch kommt eine ganze Kaskade von Ereignissen in Gang, die in einen sogenannten Elektromagnetischen Puls (EMP) münden. Er erzeugt im Umkreis von mehreren Hundert Kilometern auf dem Boden eine extrem schnell ansteigende elektrische Spannung. In allen ungeschützten elektrischen Geräten induziert sie einen plötzlichen Stromfluss, der Handys, Fernseher, Laptops und Computer auf der Stelle zerstört. Lebenswichtige Anlagen wie Steuereinrichtungen von Strom- und Wasserversorgern oder die Leitwarten von Kraftwerken sind gegen einen EMP weitgehend wehrlos. Im Umkreis von einigen Hundert Kilometern um den Explosionsort fällt deshalb augenblicklich der Strom aus. Bei dem Ausmaß der Zerstörung dauert es sicherlich Tage oder Wochen, bis der Schaden behoben werden kann. Ohne Elektronik lässt sich der Druck der Wasserrohre kaum noch kontrollieren, vielfach werden die Leitungen platzen oder trockenfallen. Autoelektronik ist normalerweise besser gesichert, weil auch vom Motor beträchtliche Störungen ausgehen können. Das nutzt aber nicht viel, denn ohne Strom arbeiten die Pumpen der Tankstellen nicht mehr. Die Notrufe von Polizei und Feuerwehr sind tot. In den Krankenhäusern werden fast alle Röntgengeräte, Ultraschallgeräte und Intensivüberwachungssysteme unbrauchbar. Nur militärische Anlagen sind gegen den EMP gehärtet. Fünf bis zehn EMPs würden reichen, um in ganz Europa einen Großteil aller elektronischen Anlagen unwiederbringlich zu zerstören. Mit 30 Explosionen könn-

te man die Welt ins 19. Jahrhundert zurückbefördern. Das ist schon ein unheimliches Szenario, aber ist es überhaupt realistisch? Wer immer einen solchen Angriff starten will, muss über Atombomben und Interkontinentalraketen verfügen. Er würde außerdem in Kauf nehmen müssen, dass sein eigener Staat durch den Gegenschlag vollständig ausgelöscht wird.

In den Jahren 2012 und 2013 gab es in der konservativen amerikanischen Presse Spekulationen, dass Nordkorea eventuell eine EMP-Attacke gegen die USA plant.[72] Aus militärischer Sicht wäre das Selbstmord, denn die Attacke würde zwar großen Schaden anrichten, aber die Fähigkeit der USA zu einem Vergeltungsschlag nicht beeinträchtigen. Die Machthaber Nordkoreas sind zwar unberechenbar, aber sie würden wohl nicht die Existenz ihres gesamten Landes leichtfertig aufs Spiel setzen.

Zuverlässig unsicher – das Internet

Im Jahr 1995 wurde das Internet offiziell aus der amerikanischen Armee entlassen. Es begann seine Karriere unter dem Namen ARPANET (in Großbuchstaben geschrieben). In den siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts sollte es die Forschungseinrichtungen des Militärs zuverlässig mit den Universitäten verbinden, die an Verteidigungsprojekten arbeiteten. Das amerikanische Verteidigungsministerium zahlte dafür. Die Aufgabe war nicht so trivial, wie sie heute vielleicht erscheinen mag. Die lokalen Netze der Universitäten arbeiteten mit ganz unterschiedlichen Rechnern. Betriebssysteme und Programme konnten sich untereinander

nicht verständigen, weil es noch keinen gemeinsamen Standard gab. Es musste also ein rechnerunabhängiges Protokoll geschaffen werden, das auf den störanfälligen Telefonleitungen dieser Zeit eine sichere Datenübertragung ermöglichte. Im Dezember 1969 verband die erste Version des ARPANET vier Universitäten miteinander. In der Folge wuchs es rasch.[73] Am 1.1.1983 führten die ARPANET-Betreiber das TCP/IP-Protokoll ein, auf dem das Internet heute noch aufbaut. Es überträgt die Daten in kleinen Paketen, die einzeln durch das Netz geschleust werden. Dabei muss zwischen Sender und Empfänger keine direkte Verbindung bestehen. Der Sender weiß nur, an welchen Rechner er die Daten schicken muss, damit sie weitergeleitet werden. Sollte der erste Adressat nicht antworten, versucht der Sender einen anderen zu erreichen. Jedes Paket eines Datenstroms könnte also einen eigenen Weg durch das Netz nehmen, bis es am Zielrechner ankommt. Auch wenn große Teile des Netzes wegbrechen, haben die Pakete daher immer noch gute Chancen, den Empfänger zu erreichen. Das Internet gleicht also einem verzweigten Straßensystem, in dem man sich durchfragen kann. Wenn ein Paket von A nach Z verschickt werden soll, dann weiß der Absender nur, dass sowohl B als auch C auf dem Weg liegen. Er klopft bei B an, und wenn B sich nicht meldet, bei C. B schickt das Paket weiter nach D oder E, C versucht es bei F oder G. Am Ende landet es bei Z und hat zwischendurch zehn oder mehr Rechner besucht. Der genaue Weg ist nicht vorhersehbar und im Grunde auch nicht wichtig.

Es kursiert das falsche Gerücht, das amerikanische Militär habe seinerzeit ein Kommunikationsnetz aufbauen wollen, das auch nach einem Atombombenangriff noch

arbeiten konnte. Die Wirklichkeit ist einfacher: Man wollte angesichts der unsicheren Leitungen und der ständig ausfallenden Rechner eine einigermaßen zuverlässige Kommunikation zwischen verschiedenen Standorten aufbauen. Das gelang so gut, dass sich das TCP/IP-Protokoll weltweit als Internet-Standard etabliert hat. Die konkurrierenden Protokolle von so mächtigen Firmen wie Apple, Microsoft oder Novell haben sich dagegen nicht durchsetzen können. Im Jahr 1990 wurde das ARPANET außer Betrieb genommen. Der Nachfolger, das NSFNET, lebte noch bis 1995, ehe es auch abgeschaltet wurde. Damit entfielen auch die letzten militärischen Restriktionen für die kommerzielle Internetnutzung.

Heute beherrscht das Internet die gesamte weltweite Kommunikation zwischen lokalen Netzen und sogar zwischen einzelnen Geräten. Wer zu Hause einen Drucker in sein WLAN-Netz einbindet, benutzt das gleiche Datenprotokoll, mit dem er bei Google sucht oder online einkauft. In der frühen Zeit des Internets gingen die Programmierer davon aus, dass die Verbindungen zwar nicht immer funktionierten, aber alle beteiligten Rechner „freundschaftlich" zusammenarbeiteten. Deshalb ist das TCP/IP-Protokoll nicht darauf ausgelegt, bösartige Angriffe zu unterbinden. Es gewährleistet die Zuverlässigkeit, nicht aber die Sicherheit einer Verbindung. Dafür müssen aufwendige Zusatzprogramme sorgen. In Zukunft werden die meisten Firmen und staatlichen Stellen ihre Daten in der Cloud halten, also in privat betriebenen Rechenzentren irgendwo in einem „sicheren" Land. Damit wird die geschützte Übertragung der Daten durch ein stellenweise bösartiges Rechnernetz so wichtig wie nie.

Das Internet als Mittel des Krieges

Den Begriff *Cyberwarfare* – kybernetische Kriegführung – ist plakativ und einprägsam, aber nicht ganz korrekt.

Die Kybernetik bleibt Hilfsmittel, die Kriege führt nach wie vor der Mensch. Aber natürlich kämpfen Staaten, Interessengruppen und kriminelle Banden auf den verschiedensten Ebenen gegeneinander. Je mehr sich unsere Gesellschaft auf ein ständig funktionierendes Kommunikationsnetz verlässt, desto interessanter wird es als Angriffsziel. Einige Beispiele:

Ein *Computerwurm* könnte allein durch schnelle Ausbreitung das Netz lahmlegen. Im Gegensatz zu einem *Virus*, der sich in ein bestehendes Programm einklinkt, arbeitet ein Wurm selbstständig. Der Viruscode wird nur dann aktiv, wenn der Benutzer das verseuchte Programm aufruft. Der Wurm hingegen nutzt Schwächen in den Netzwerk- oder Systemprogrammen zur Verbreitung aus und aktiviert sich selbst, ohne dass ein Mensch eingreifen müsste. Je mehr Kopien er von sich erzeugt, desto mehr Daten schickt er durchs Netz. Im Extremfall wäre irgendwann das gesamte Internet damit beschäftigt, eine ganze Armee von Würmern zu verbreiten. Im Jahr 2003 schaffte es der Wurm *SQL Slammer*, sich innerhalb von dreißig Minuten auf 75 000 Servern einzunisten. Dieser massive Angriff verlangsamte das gesamte Internet dramatisch.

Manche Würmer kriechen nur einmal kurz durch die Computer, die sie befallen haben, und löschen sich dann wieder. Der Benutzer merkt meist nichts davon. Allerdings hat der Wurm bei seinem kurzen Gastspiel im Wirtssystem Hintertüren geöffnet, durch die weitere Schadsoftware

(*Bot*) in den Rechner schlüpft. Ab diesem Moment ist der Benutzer nur noch geduldeter Gast in seinem eigenen Computer. Ein solches System heißt in der Fachsprache *Zombie*. Den Rechner, der das alles aus der Ferne steuert, bezeichnet man als *Botnet-Server*. Allein in Deutschland dürften mehrere Hunderttausend Rechner mit Bots infiziert sein. Der kriminelle Operator (auch *Bot-Herder* genannt) holt von den Zombie-Rechnern wertvolle Passworte, spioniert Kreditkartennummern aus und liest Banküberweisungen mit. Außerdem vermieten die Bot-Herder ihre Netze für Spam-Mails oder für DDOS-Angriffe (DDOS steht für *distributed denial of service*). Dabei fluten die Zombie-Rechner (ohne Wissen ihrer Benutzer) das Angriffsziel mit sinnlosen Anfragen. Weil jeder Rechner nur eine begrenzte Anzahl von Verbindungen bearbeiten kann, ist er irgendwann nicht mehr erreichbar. Nicht nur Kriminelle, sondern auch Staaten nutzen inzwischen solche Attacken, um Druck auszuüben. Im April 2007 ließ Estland das Denkmal für den sowjetischen Sieg über Deutschland im Zweiten Weltkrieg aus dem Stadtzentrum von Tallinn auf einen Soldatenfriedhof umsetzen. Die russische Minderheit im Land demonstrierte dagegen und die Proteste arteten schnell in Gewalttätigkeiten aus.[74] Daraufhin kochte die russische Volksseele, und die Staatsführung in Moskau protestierte bei der estnischen Regierung. Das in Estland fast allgegenwärtige Internet wurde ab dem 26. April 2007 aus Russland massiv angegriffen. Die Internet-Seiten von estnischen Banken und Zeitungen waren kaum noch zu erreichen. Selbst die Regierungsserver gingen in die Knie. Zunächst gelang es den Providern, die Attacken einzudämmen, indem sie die Verbindung zu ganzen Internetbereichen blockierten. Am 9. und 10. Mai folgen dann massive Attacken über weltweite

Bot-Netze. Sie zwangen Estlands größte Bank, die Hansabank, vom Netz. Nach einem weiteren massiven Angriff am 18. Mai herrschte dann erst einmal Ruhe. Der estnische Außenminister vermutete öffentlich, dass die russische Regierung hinter den Attacken stünde.[75] Moskau wies das natürlich weit von sich.

Chinesische Hacker gehören zu den aktivsten Spionen im Internet.[76] Im Februar 2013 veröffentlichte die Sicherheitsfirma *Mandiant* ein umfangreiches Dossier, in dem sie nachwies, dass die größte und „erfolgreichste" chinesische Hackergruppe APT1 in der Nachbarschaft eines vom Militär genutzten Areals in Schanghai wohnt. Sie ist möglicherweise identisch mit der Militäreinheit 61398 der Nationalen Volksarmee, die sich ebenfalls mit Cyberspionage befasst.[83] Westlichen Schätzungen zufolge umfasst die Einheit mehr als 6000 Computerspezialisten. Die chinesische Regierung hat stets bestritten, von Hackerangriffen auf ausländische Ziele zu wissen oder solche Operationen zuzulassen. Im Gegenteil, sie selbst sei ständig das Ziel von ausländischen Angriffen. Die Glaubwürdigkeit solcher Beteuerungen ist allerdings zweifelhaft. Wir dürfen davon ausgehen, dass viele Staaten über das Internet spionieren. Die von China ausgehenden Angriffe sind allerdings extrem auffällig und bislang außerordentlich erfolgreich.

Im Juni 2013 veröffentlichten die *Washington Post* und die britische Zeitung *The Guardian* Einzelheiten zu den Überwachungsprogrammen der amerikanische National Security Agency (*NSA*) und des britischen Government Communications Headquarters (*GCHQ*). Der NSA-Systemadministrator Edward Snowden hatte dem Journalisten Glenn Greenwald eine umfangreiche Sammlung

geheimer Dokumente zugespielt, die genau zeigten, wie umfangreich das Überwachungsprogramm der Geheimdienste tatsächlich ist. Demnach analysieren die NSA und das GCHQ fast den gesamten Internet-Verkehr, der durch die USA und England läuft. Sie kooperieren dabei mit den Geheimdiensten von Kanada, Australien und Neuseeland. Durch diese weltweite Zusammenarbeit haben sie Zugriff auf große Teile der Nachrichten, Mitteilungen und Gespräche im Internet. Den jeweiligen Diensten ist zwar verboten, Inländer abzuhören, aber diese Aufgabe übernehmen dann befreundete Dienste für sie. Zuverlässige Informationen über diese Praxis gibt es allerdings nicht. Internetunternehmen wie Yahoo, Google, Facebook oder Twitter sind in den USA gesetzlich zur Kooperation mit den Geheimdiensten verpflichtet, dürfen über die Ausgestaltung und den Umfang aber keine Auskunft geben. In Deutschland sind den heimlichen Lauschern engere Grenzen gezogen als in den USA, aber auch deutsche Telekomunternehmen müssen den Geheimdiensten Schnittstellen zum Mithören des Telefon- und Datenverkehrs einrichten.

Erklärtes Ziel ist die Identifizierung von Terroristen und die Verhinderung von Terroranschlägen. Aber natürlich treiben die Geheimdienste auch ganz gewöhnliche Spionage. In den Einrichtungen der Europäischen Union in Washington und Brüssel wurden Wanzen gefunden, die vermutlich von amerikanischen Diensten installiert wurden.

Regierungen, Industrieunternehmen und Privatleute müssen im Zeitalter des Internets einen hohen Aufwand in Kauf nehmen, wenn sie sich zuverlässig vor der Ausspähung ihrer Daten und ihrer Kommunikation schützen wollen.

Sabotage!

Ein groß angelegter Datendiebstahl bei zahlreichen Gaspipeline-Betreibern löste in den USA die Sorge aus, dass die Angreifer nach Schwachstellen in den Betriebsrechnern suchten, um die Pipelines lahmzulegen oder gar zu zerstören. Die Sabotage von industriellen Steuerungsrechnern wird seit den neunziger Jahren heiß diskutiert. Die Systeme sind unter dem Stichwort SCADA bekannt. Dieses Akronym steht für *Supervisory Control and Data Acquisition* (Überwachung und Datenerfassung). Die Rechner verwenden oft die gleichen Komponenten wie ein Standard-PC und laufen unter Windows. Damit kann ein Wurm, der eine Schwachstelle von Windows zur Verbreitung ausnutzt, auch solche Rechner befallen. In einer Studie des Institute for Peace Research and Security Policy der Universität Hamburg von 2005 hieß es dazu: „Trotz der genannten möglichen Verwundbarkeit von SCADA-Systemen und trotz der wichtigen Aufgaben, die die Systeme wahrnehmen, ist ein Angriff auf sie bis jetzt nur theoretischer Natur." Zur Begründung führten die Hamburger Forscher unter anderem aus: „Gegen eine gefährliche Verwundbarkeit von SCADA-Systemen spricht, dass bis heute immer noch Menschen die Kontrollfunktion wahrnehmen. Ein Angreifer müsste also gleichzeitig das System angreifen und die ausgegebenen Kontrolldaten verändern."[84]

Nur wenige Jahre später erwies sich die Aussage als überholt. Am 17. Juni 2010 beschwerte sich ein iranischer Kunde der Sicherheitsfirma „VirusBlokAda" im weißrussischen Minsk, dass sein Rechner nach dem Hochfahren in eine Endlosschleife geriet. Was immer er dagegen unternahm,

schlug fehl. Der Rechner war nicht mehr zu gebrauchen. Der Verdacht auf einen Virus oder Wurm bestätigte sich schnell. Der Schädling verbreitete sich über eine Schwachstelle im Windows Explorer, von der selbst Microsoft noch nichts wusste. Die Ausnutzung unbekannter Programmfehler (in der Fachsprache *Zero-Day Exploits* genannt) ist für Viren-Programmierer wie ein Sechser im Lotto. Sie verbreiten damit ihren Schadcode rasend schnell, weil sie ausschließlich auf wehrlose Opfer treffen. „VirusBlokAda" veröffentlichte eine Warnung. Microsoft taufte den Wurm auf den Namen *Stuxnet* und zimmerte hastig einen Patch zusammen.

Sicherheitsexperten fanden schnell heraus, dass die Malware offenbar die Tätigkeit der Software *SIMATIC WinCC STEP7* ausspionierte. Das Programm stammt vom deutschen Siemens-Konzern und steuert Motoren. Stuxnet stahl Informationen über Konfiguration und Aufbau, möglicherweise zum Zweck der Industriespionage.

Stuxnet war für eine so simple Aufgabe reichlich groß. Während der Wurm *SQL Slammer* keine 400 Byte Code hatte, schleppte Stuxnet mehr als 500 000 Bytes mit sich herum. Liam Ó Murchú bei der Antivirus-Firma Symantec forschte deshalb weiter nach. Manche Malware-Programmierer waren eitel genug, ein Bild in den Code einzubauen, mit dem sie zu gegebener Zeit die Benutzer der Rechner erschreckten. Das braucht viel Platz, aber Stuxnet trug keine Bilder. Ó Murchú fand schnell heraus, dass der Wurm offenbar aus einer Reihe sorgfältig getrennter Bestandteile zusammengesetzt war. Er schloss daraus, dass hier Profis am Werk waren. Stuxnet war kein schneller Hack, keine schlampige Nachtarbeit, sondern das Ergebnis sorgfältiger

Planung. Symantecs Antiviren-Team stellte fest, dass der Wurm viel mehr konnte, als er auf den ersten Blick zeigte. Er war offenbar ein Ordnungsfanatiker, denn er schickte Informationen über jede Neuinfektion an bestimmte Adressen im Internet. Außerdem hatte er eine Sabotage-Funktion: Er veränderte die Steuerung für einen angeschlossenen Elektromotor. Damit das nicht auffiel, verfälschte er auch gleich die Anzeige: Sie bestätigte wider besseres Wissen, dass alles in Ordnung sei. Irgendwann meldete der gequälte Motor einen Fehler. Das sollte eigentlich auf der Anzeige erscheinen, aber Stuxnet fing auch diesen Alarm ab. Er wollte den Motor offenbar unbemerkt zerstören. Zu ihrem allergrößten Erstaunen fanden die Softwarespezialisten von Symantec auch heraus, dass Stuxnet noch drei weitere Zero-Day-Exploits nutzte. Dem Team dämmerte daraufhin der Verdacht, dass hier Geheimdienste am Werk gewesen waren. Dafür sprach auch die Infektionsmethode: Stuxnet verbreitete sich ausschließlich in lokalen Netzen, nicht aber über das Internet. Von einem Netz zum anderen gelangte er über infizierte USB-Sticks. Kriminelle Hacker versuchen im Allgemeinen, ihre Software so weit wie möglich zu verbreiten. Geheimdienste dagegen suchen sich ihre Ziele genau aus. Die meisten Infektionen gab es im Iran, offenbar hatte jemand den Wurm dort absichtlich freigesetzt. Das ist einfacher, als man denkt: Man lässt einfach in der Nähe des angepeilten Ziels einige USB-Sticks liegen. Dann nimmt bestimmt jemand einen der scheinbar herrenlosen Sticks mit und steckt ihn an seinen Rechner. Es bedurfte einiger Detektivarbeit, unter anderem vom deutschen Sicherheitsspezialisten Ralph Langner, um herauszufinden, dass Stuxnet ausschließlich die SIMATIC-Software in den

iranischen Anlagen zur Anreicherung von Uran veränderte. Dort steuerte sie die Motordrehzahl der Gaszentrifugen, in denen das spaltbare Uran angereichert wird. Die Motoren müssen in einem bestimmten Drehzahlbereich arbeiten, sonst werden sie schnell überlastet. Die Internationale Atomenergie-Organisation bestätigte, dass iranischen Techniker im Jahr 2009 eine große Zahl defekter Zentrifugen ersetzt hatten. Vermutlich war es dem Stuxnet-Wurm tatsächlich gelungen, deren Motoren unbemerkt zu zerstören. Amerikanische und israelische Regierungsvertreter zeigten sich schadenfroh – natürlich hinter vorgehaltener Hand. Die iranischen Atombombenpläne würden sich wohl bis 2015 verzögern, erklärte die amerikanische Außenministerin Hillary Clinton. Sie führte die amerikanischen Handelssanktionen als Grund an, den Wurm erwähnte sie nicht. Die sorgfältige Planung und Ausführung der Sabotage-Aktion und weitere Hinweise im Wurm-Code lassen auf eine israelische Entwicklung schließen. Einiges spricht allerdings dafür, dass amerikanische Geheimdienste dabei geholfen haben.

Der Stuxnet-Wurm hat also ohne Frage die Weltpolitik beeinflusst. Seine Geschichte zeigt beispielhaft, dass selbst hoch gesicherte Computersysteme nicht zuverlässig geschützt werden können. Angreifer können aus der Ferne die Stromversorgung sabotieren, Pipelines zerstören, Regierungsrechner anhalten, Krankenhäuser lahmlegen oder die Flugsicherung durcheinanderbringen. Auch Telefonnetze und GPS-Systeme sind alles andere als sicher. Ein entschlossener und gut ausgerüsteter Angreifer könnte Europa und Amerika vollkommen lahmlegen.

Weil die abgeschirmten militärischen Netze auf den gleichen Systemen beruhen wie ihre zivilen Gegenstücke, sind sie auf ähnliche Weise verwundbar. Heutzutage kann niemand sicher sein, dass seine vernetzten Kampfsysteme nicht im entscheidenden Augenblick den Dienst quittieren.

Szenario eines künftigen Krieges

Wie könnte ein Krieg zustande kommen? Ein mögliches Szenario könnte so aussehen: Irgendwann wird in China das Wirtschaftswachstum nachlassen. Die Zahl der Arbeitslosen in den Städten wird ansteigen und damit auch die Unzufriedenheit der Menschen. Dann wird die Lage kritisch, denn das Regime bezieht einen großen Teil seiner Popularität aus dem Versprechen einer besseren Zukunft. In einem Essay von 13.3.2013 zitiert *Spiegel online* einen chinesischen Diplomaten mit den Worten: „China ist weit instabiler, als es im Ausland wahrgenommen wird“.[85] Die chinesische Regierung wird möglicherweise den Konflikt mit Japan benutzen, um die Unzufriedenheit nach außen abzuleiten. Die Kriegsgefahr im Pazifik steigt. Spielen wir einmal ein mögliches Szenario durch. Nach dem Goldenen Zeitalter des Internets von 2030 bis 2040 könnte es so weitergehen:

> Der chinesische Versuch einer militärischen Besetzung der Senkaku-Inseln scheitert. Das hochgerüstete Japan versenkt ein chinesisches Kriegsschiff und zwei U-Boote. Die zivilen chinesischen Schiffe, die vorgeblich eine Forschungsstation auf der Hauptinsel aufbauen sollen, werden nach Japan

eskortiert. China ist gedemütigt, obwohl die japanische Regierung versucht, den Vorfall herunterzuspielen, und Gespräche anbietet. Die Regierung in Peking fordert Japan in aller Schärfe auf, die chinesische Souveränität über die Inseln anzuerkennen, und spricht von einem kriegerischen Akt. Ein wütender Mob brennt die Niederlassungen mehrerer großer japanischer Firmen nieder. Die chinesische Regierung beschlagnahmt die Produktionsstätten japanischer Autofirmen, um ein Pfand für Schadenersatzforderungen zu haben. Der Handel und Geldverkehr mit Japan wird ausgesetzt.

Anders als die USA hatte China bis 2012 keine hochseetüchtige Marine. Dem Land der Mitte ging es mehr um den Schutz seiner langen Küsten. Auch Japan hat für einen Inselstaat eine sehr kleine Marine. Das ist noch immer eine Folge des Zweiten Weltkriegs, als die USA die damals gewaltige japanische Flotte vollständig vernichtete. Fast siebzig Jahre später denken Politiker und Militärs in Japan aber laut über eine erneute Aufrüstung nach, und zwar hauptsächlich wegen des Konflikts mit China. Es steht zu erwarten, dass China zunächst eine Politik der Nadelstiche versuchen wird, um den Konflikt niemals einschlafen zu lassen. Dazu gehört es auch, kleinere militärische Zusammenstöße zu provozieren. Damit kann man die Entschlossenheit und Kampfkraft des Gegners testen und lernt seine Kampftaktik kennen.

Drei Jahre hintereinander spielt das Wetter verrückt. Der Monsun in Indien fällt aus. Die Weizenernte in Russland und der Ukraine bleibt weit hinter den Erwartungen zurück. Beide Staaten verhängen Exportsperren, damit

Bauern und landwirtschaftliche Genossenschaften die schmalen Erträge nicht für teures Geld ins Ausland verkaufen, während die eigenen Bürger hungern müssen. Die Farmer in den USA und Kanada ernten wegen der anhaltenden Trockenheit nur etwa die Hälfte der üblichen Menge an Mais und Weizen. Dadurch sinkt das Angebot auf dem Weltmarkt und die Preise steigen. China und Indien als größte Importeure von Nahrungsmitteln leiden unter den hohen Weltmarktpreisen. Erste Unruhen können von Polizei und Armee niedergeschlagen werden. In Europa, den USA und Südamerika sorgen die hohen Lebensmittelpreise für eine erneute Rezession. Weltweit verfallen Stromnetze und Straßennetze, weil zu wenig Geld für ihre Erhaltung bleibt.

Wir vergessen gerne, dass die globale Erwärmung erst begonnen hat. Das Klima büßt mehr und mehr seine Stabilität ein. Es ist nur eine Frage der Zeit, wann die immer häufigeren Wetterextreme die weltweiten Ernten mehrere Jahre hintereinander gefährlich dezimieren. Starke Schwankungen der Lebensmittelpreise haben eine unangenehme Nebenwirkung: Sie stürzen Regierungen. Die Französische Revolution entzündete sich aus der Unzufriedenheit der kleinen Leute über den ständig steigenden Brotpreis. Zwei Missernten hatten für eine Getreideknappheit gesorgt und der vollkommen überschuldete französische Staat sah sich außerstande, den Mehlpreis niedrig zu halten.

Die Aufstände im Nahen Osten und in Nordafrika, die unter dem irreführenden Begriff „Arabischer Frühling“ bekannt wurden, sind teilweise „Brot-Unruhen“. Wissenschaftler des *New England Complex Systems Institute* in Cambridge bei Boston haben 2011 festgestellt, dass die Aufstän-

de 2008 und 2011 jeweils am Höhepunkt der Getreidepreise ausbrachen.[86,87] Auch hier waren die Staaten nicht in der Lage, den Preis für Grundnahrungsmittel ausreichend zu drücken, um das Volk ruhig zu halten. Die Forscher haben fälschlich weitere Brot-Unruhen für 2012 und 2013 vorhergesagt, was die Glaubwürdigkeit ihre Schlussfolgerungen etwas schwächt. Vielleicht haben sie auch versäumt, den Einfluss der Anstiegsgeschwindigkeit von Lebensmittelpreisen zu berücksichtigen. Je schneller der Anstieg, desto weniger können die Menschen ihr Verhalten anpassen und desto schlimmer sind die Auswirkungen. Schnelle Änderungen unterminieren die Stabilität der Staaten stärker als ein langsamer Anstieg. China versorgt sich zurzeit ausreichend mit Nahrungsmitteln und erwirtschaftet sogar einen Überschuss.[88] Die Regierung hat das Ziel ausgegeben, immer mindestens 95 Prozent des Bedarfs selbst zu produzieren. Das wird aber in Zukunft kaum noch möglich sein. Der ländliche Raum blutet aus, weil viele Bauern lieber in die boomenden Städte ziehen. Der Wind verweht dann die Krume der brachliegenden Äcker. Die Landbevölkerung erwartet bessere Preise für ihre Agrarprodukte, während die Menschen in den Städten billige Nahrungsmittel verlangen. Die Regierung muss beiden Forderungen in gewissem Maße nachkommen. Also kauft sie den Bauern ihre Ernte teuer ab und verkauft sie in den Städten billig weiter. Das belastet natürlich den Staatshaushalt. Heute mag das noch funktionieren, irgendwann wird das chinesische Wirtschaftswachstum jedoch zum Stillstand kommen. Im Fall einer mehrjährigen Missernte müsste die chinesische Regierung teures Getreide aus dem Ausland importieren, die Bauern unterstützen und die Verbraucherpreise subven-

tionieren. Das könnte den Staatshaushalt überfordern und das Land in einen Bürgerkrieg stürzen.

> In China bricht ein Bürgerkrieg aus. Von Hongkong breitet sich eine Demokratiebewegung aus, unterstützt von Taiwan. Beide Seiten verfügen über schwere Waffen. Weil das Kriegsglück mehrfach sehr schnell wechselt, werden weite Gebiete verwüstet. Die Industrieproduktion in China und Taiwan kommt weitgehend zum Erliegen.

Der englische Philosoph Karl Popper unterscheidet die Regierungsformen der Welt in zwei Gruppen: Die einen erlauben es dem Volk, die Herrscher ohne Blutvergießen loszuwerden. Im Allgemeinen sind das die Demokratien. Die anderen lassen diesen friedlichen Ausweg nicht zu: Hier fließt Blut, wenn eine Regierung gestürzt wird. China gehört am Anfang des 21. Jahrhunderts zur zweiten Gruppe. Die Kommunistische Partei Chinas ist seit 1949 unangefochten an der Macht. Ihre Funktionäre werden immer selbstherrlicher und bereichern sich teilweise schamlos. Nichts deutet darauf hin, dass sich dieser Zustand bis zur Mitte des Jahrhunderts ändern wird. Wenn eine wirtschaftliche Depression mit einer Lebensmittelteuerung zusammentrifft, werden die Spannungen das Land zerreißen.

> Asiatischer Krieg. Indien nutzt den Bürgerkrieg, um den von China besetzten Teil Kaschmirs zurückzugewinnen. Pakistan greift im Gegenzug indische Stellungen an der Waffenstillstandslinie an. Japan befestigt die Senkaku-Inseln militärisch und kündigt Probebohrungen an, um das Ölvorkommen auszuloten. Indien verdächtigt China, Pakistan mit Rüstungsgütern zu beliefern, und vermint die

pakistanischen Häfen. Die Situation eskaliert und der Handel der asiatischen Staaten kommt weitgehend zum Erliegen. China erklärt den Kriegszustand mit Indien. Die Sundastraße und die Straße von Malakka, die beiden wichtigsten Wasserwege vom Pazifik zum Indischen Ozean, sind unpassierbar. Piraten und Minenfelder zwingen die Frachtschiffe zu riesigen Umwegen. Der Welthandel wird zu einem dünnen Rinnsal. Drohnen und Marschflugkörper zerstören in Asien fast alle Hightech-Fabriken. Die Kriege führen zu Hungersnöten in Indien, China und Pakistan. Gleichzeitig eskaliert der Cyberkrieg. In der ganzen Welt fallen immer wieder wichtige Anlagen aus. In den USA, China, Indien und Europa bewirken Computerwürmer tagelange Stromausfälle, Verkehrschaos und Explosionen an Gasleitungen. Datencenter melden massive Informationsverluste. Die Krankenversorgung wird schlechter, Fabriken stehen still. Die Weltwirtschaft bricht weitgehend zusammen, in vielen Ländern stürzen die Regierungen. Handynetze fallen aus, weil die Knotenpunkte der Provider gestört werden. Die Signale des GPS-Systems werden immer wieder verfälscht. Es gibt keine Ersatzteile mehr für Netzwerke und Handys. Das Internet zerreißt.

Die Völker Asiens und ihre Regierungen sehen sich nicht in einer friedlichen Welt, im Gegenteil: Sie leben in einem latenten Kriegszustand. Pakistan, Indien, China und Japan rüsten massiv auf. Alle diese Staaten kultivieren sorgfältig ein äußeres Feindbild, auf das sie bei Bedarf innere Konflikte projizieren. Dieser ständige Tanz am Abgrund wird irgendwann im 21. Jahrhundert zum Krieg führen. Und dann wird auch das Internet sterben, wenn wir nicht rechtzeitig Vorsorge treffen.

8
Folgen eines Zusammenbruchs

Manche Risiken erscheinen so bedrohlich, dass wir einfach nicht darüber nachdenken möchten. Früher nannte man den Teufel nicht beim Namen, um ihn nicht zu herbeizurufen. Heute gibt es andere Gefahren, von denen man einfach hofft, dass sie nicht eintreten, wenn man nicht darüber redet. Wie das Büro für Technikfolgenabschätzung des Bundestages im Jahr 2011 feststellte, hat Deutschland keine Vorsorge für den Fall eines flächendeckenden mehrtägigen Stromausfalls getroffen.[89] Die Autoren schreiben in der Zusammenfassung ihres Gutachtens:

> Ein Kollaps der gesamten Gesellschaft wäre kaum zu verhindern. Trotz dieses Gefahren- und Katastrophenpotenzials ist ein diesbezügliches gesellschaftliches Risikobewusstsein nur in Ansätzen vorhanden.

Die Umstellung der Steuerung kritischer Infrastrukturen auf internetbasierte Systeme macht alles noch schlimmer.[90] In zwanzig Jahren wird unsere Strom-, Gas- und Wasserversorgung vom Internet abhängen und das Internet seinerseits von der Stromversorgung. Der Ausfall der Stromversorgung würde nach einigen Stunden auch das Internet

T. Grüter, *Offline!*, DOI 10.1007/978-3-642-37737-2_8,

blockieren. Damit fehlt aber die Grundlage, um die Stromversorgung wieder aufzurichten. Wenn umgekehrt jemand das Internet sabotiert, kann er die Stromversorgung in den Zusammenbruch treiben. Statt darüber nachzudenken, wie man die Folgen eines mehrtägigen Stromausfalls abfedern könnte, machen wir das System noch anfälliger und hoffen darauf, es werde schon nichts passieren.

Die zyklische Abhängigkeit zweier lebenswichtiger Infrastrukturen ist ausgesprochen gefährlich. Ein Ausfall beider Systeme von nur zwei Wochen Dauer würde in Europa, Amerika, Japan oder China den Staat aus den Angeln heben und die Wirtschaft vernichten. Wir müssen deshalb den Ausfall kritischer Infrastrukturen als Super-GAU betrachten, als Kernschmelze unserer Zivilisation. Das ist seit Jahren bekannt, aber bisher ist viel zu wenig geschehen, um das Stromnetz stabiler zu machen oder das Internet gegen Sabotage zu sichern.

Aber selbst wenn wir das Internet und die Stromnetze gegen Krieg und Terror sichern, könnte die Sonne uns das Licht ausblasen. Bei sogenannten koronalen Massenauswürfen, auch „Sonnensturm" genannt, schießen große Mengen elektrisch geladenen Plasmas in den Weltraum. Nur ein kleiner Teil trifft die Erde, die von der Sonne aus betrachtet ein eher kleines Ziel darstellt. Wenn die Plasmawolken hier ankommen, verformen sie die Magnetosphäre der Erde und erzeugen auf der Erdoberfläche einen Magnetsturm. Die meisten davon zeigen sich als eher laue Lüftchen, aber ab und zu entsteht ein magnetischer Orkan. Im Jahr 1989 unterbrach ein Magnetsturm die Stromversorgung in Quebec. Der bisher heftigste registrierte Sturm dieser Art tobte im Jahr 1859 und ist als „Carrington-Event" bekannt. Eine flächendeckende Stromversorgung existierte damals nicht,

die einzige großtechnische Anwendung der Elektrizität waren Telegrafenverbindungen. Vor den Augen entsetzter Telegrafenangestellter stoben Funken aus den Leitungen, einige der Telegrafenpapierstreifen gerieten in Brand. Die Ausrüstung war damals vergleichsweise robust, heute würden gewaltige Schäden entstehen, wenn nicht rechtzeitig Vorsorge getroffen wird. Im schlimmsten Fall könnten die Transformatoren der Hochspannungsleitungen durchschlagen. Dann würden die Stromausfälle Wochen dauern und, wie das Büro für Technikfolgenabschätzung schrieb, „ein Kollaps der gesamten Gesellschaft wäre kaum zu verhindern". Leider ist aber eine effektive Sonnenwettervorhersage trotz aller Fortschritte bisher nicht möglich.[91]

Das Carrington-Event von 1859 muss noch nicht den schlimmsten möglichen Sonnensturm der menschlichen Geschichte repräsentieren. Untersuchungen an Baumringen ergaben für die Jahre 774 bis 775 eine seltsame Anomalie. Die Menge des radioaktiven Kohlenstoff-Isotops C-14 stieg plötzlich auf das Doppelte an, um dann langsam wieder auf den Normalwert zurückzufallen. Als eine der möglichen Ursachen wird ein Sonnensturm diskutiert, dessen Energie das Carrington-Event mindestens um den Faktor 15 übertroffen hätte. Sollte ein solcher Orkan heute über uns hereinbrechen, wären Stromnetze und Internet nach wenigen Minuten nur noch eine schöne Erinnerung.[92] Doch selbst wenn die ultimative Katastrophe ausbleibt, werden die Infrastrukturen zerfallen. Ganz gleich, ob eine große Wirtschaftskrise, ein Hightech-Krieg, eine Hungersnot oder eine weltweite Epidemie den Niedergang auslösen, irgendwann wird er anfangen. Schon nach wenigen Jahren des Stillstands überschreiten die Kosten für den Wiederaufbau der Kommunikationsnetze jedes sinnvolle Maß. Die Welt wird

sich auf ein Leben ohne Internet einrichten. Damit lohnt es sich nicht mehr, Milliarden in die Neueröffnung von Chip-Fabriken zu investieren. Im Übrigen wird man dann andere Sorgen haben. In einer wirklich großen Wirtschaftskrise wird auch das Geld für die medizinische Versorgung knapp werden. Jeder wird einen Großteil der Medikamente und Operationen selbst zahlen müssen. Die Pflegeversicherung wird nur noch einen Bruchteil der Kosten für die Pflege alter Menschen übernehmen. Die Altersrente wird kaum für das tägliche Brot und die Miete reichen. Epidemien werden sich ausbreiten. Die gesamte Zivilisation, wie wir sie kennen, steht vor dem Zusammenbruch, und es dürfte schwierig werden, auch nur die Fundamente zu retten.

Ist etwas Ähnliches schon einmal geschehen? Gibt es dafür einen Präzedenzfall? Oder zeigt die Geschichte, dass solche Zusammenbrüche eigentlich nicht vorkommen? In der Vergangenheit sind viele Kulturen zugrunde gegangen, ein Blick in die Geschichte könnte also hilfreich sein. Einige wurden von ihren Nachbarn überrannt oder von Einwanderern übernommen. Andere verschwanden einfach. Über die Gründe kann man heute meist nur spekulieren.

Das Ende des Römischen Reichs dagegen ist außerordentlich gut dokumentiert. Lassen sich hier vielleicht Parallelen finden, die uns weiterhelfen können? Der englische Historiker und Archäologe Bryan Ward-Perkins hat sich mit der Frage befasst, warum die römische Zivilisation fast vollständig verschwand, ohne dem Mittelalter ihre Errungenschaften zu vererben.[93] Auch die Zeitgenossen von Karl dem Großen oder von Kaiser Friedrich II. hätten sicherlich gerne Häuser mit Fußbodenheizung, Toiletten mit Wasserspülung und gepflasterte Landstraßen gehabt. Die römische Zivilisation kannte alle diese Annehmlichkeiten, aber

in der Zeit zwischen etwa 400 und 600 verschwand ihre Zivilisation in ganz Westeuropa. Ging Rom eventuell an seiner eigenen Dekadenz zugrunde, an der Übersättigung, die mit der Verfeinerung einer materiell ausgerichteten Lebensart einhergeht? Dann sollten wir gewarnt sein. Oder haben germanische Invasoren in ihrer Ignoranz alles zerschlagen? Versuchen wir eine Bestandsaufnahme.

Wenn Hochkulturen untergehen

Im 3. und 4. Jahrhundert ließ es sich im Römischen Reich bequem leben, auch wenn die Macht des Kaisers bröckelte. Die Verwaltung funktionierte, die Fernhandelswege waren sicher, große Manufakturen versorgten das gesamte Reich mit hochwertigen Waren zu günstigen Preisen. Wer ein Haus bauen wollte, konnte die notwendigen Rohre, Ziegel und Balken überall beziehen, die Maße waren standardisiert. Die Baumeister des Reichs hüteten das Rezept für den betonharten römischen Mörtel. Dank der Beimischung von vulkanischem Tuffgestein überdauerte er Jahrhunderte und hält manchmal heute noch. Nur an zwei Stellen im Reich konnte der wertvolle Rohstoff abgebaut werden: bei Pozzuoli in Italien und in der deutschen Vulkaneifel. Wer ein römisches Ziegelhaus bauen ließ, brauchte also Material aus den verschiedensten Ecken des Reichs und einen gut ausgebildeten Baumeister. Trotz aller Unruhen war das bis ungefähr 400 n. Chr. nie ein Problem.

Zu Beginn des 5. Jahrhunderts aber kam es für die Bewohner des römischen Britanniens zur ultimativen Katastrophe. Im Jahr 406 überquerte Zehntausende Germanen zwischen Mainz und Worms von Osten her den Rhein.

Die Stämme der Alanen, Sueben und Vandalen flohen vor den Hunnen oder suchten einfach ein besseres Leben im sicheren Reichsgebiet, so genau weiß das heute niemand mehr. Sie überrannten die römische Grenzverteidigung und plünderten ungehindert in Gallien (Frankreich) und Iberien (Spanien). Das Reich konnte nicht genügend Truppen aufbieten, um sie zu schlagen oder auch nur abzudrängen. Zum ersten Mal seit Jahrhunderten war die Ordnung im nördlichen Reichsgebiet dauerhaft gestört, Britannien war abgeschnitten. Bis zur Mitte des Jahrhunderts zog ein Großteil der dort stationierten römischen Legionen ab. De facto hatte das Reich die Provinz Britannien aufgegeben. In Südostengland landeten immer mehr Angeln und Sachsen. Sie drängten die Reste der römischen Zivilisation weiter nach Westen zurück. Handel mit dem Reich war kaum noch möglich, selbst Produkte des täglichen Lebens kamen nicht mehr in Britannien an. Viele romanisierte Briten flüchteten in dieser Zeit über den Kanal nach Süden in die Bretagne.

Nach sorgfältiger Untersuchung der archäologischen Funde kam Ward-Perkins zu dem Schluss, dass die wirtschaftliche Komplexität des römischen Lebens in England nach der Invasion der Germanen schlagartig auf ein vorzivilisatorisches Niveau zurückging. Bis dahin herrschte im Römischen Reich eine weitgehende Arbeitsteilung: Einige wenige große Fabriken stellten hochwertige Waren für das ganze Reichsgebiet her. Die Pax Romana gewährleistete eine ungestörte Verteilung. Diese Waren fehlten nach der Invasion. Ab dem 5. Jahrhundert baute in England niemand mehr Häuser nach römischem Standard. Die komfortablen

Steinhäuser mit Fußbodenheizung wichen primitiven Holzhäusern. Interessanterweise fand sich dieser Verfall auch in den von Germanen nicht eroberten Bereichen Wales und Cornwall. Dort hielten sich noch mehrere Jahrzehnte Reste der römisch-britannischen Gesellschaft, bevor auch sie den Angeln und Sachsen unterlagen.

In Italien, dem Zentrum römischer Macht, verlief der Verfall der Zivilisation langsamer, aber bis zum 7. Jahrhundert war er auch dort abgeschlossen. Ward-Perkins schließt sein Buch mit der Feststellung: „Vor dem Fall [des Imperiums] waren die Römer so sicher, wie wir es heute sind, dass ihre Welt im Wesentlichen unverändert endlos weitergehen werde. Sie hatten unrecht. Wir wären gut beraten, nicht so selbstgefällig zu sein, wie sie es waren."

Wir dürfen uns also keinesfalls darauf verlassen, dass Strom, Wasser, Gas und Internet ständig zur Verfügung stehen. Während die Versorgung mit Wasser und Energie die Entstehung der Industriegesellschaft des 20. Jahrhunderts beflügelt hat, entwickelt sich das Internet immer mehr zum zentralen Nervensystem der modernen Wissensgesellschaft. Sie wird deshalb untergehen, wenn das Internet dauerhaft zusammenbricht. Zurück bleibt nur ein verkrüppelter Rest.

Folgen für den Transport von Waren und Menschen

Die meisten Autos haben heute einen zentralen Mikrocomputer, der über zahlreiche Sensoren Informationen empfängt und den Motor, die Klimaanlage, die Anzeigen und

die Bremsen steuert. Bis 2050 werden die meisten Autos Computer auf Rädern sein, ganz gleich, welchen Antrieb sie verwenden. Schon heute sind in einem durchschnittlichen Mittelklasseauto mehr als 2000 Meter Kabel verlegt. Unzählige Sensoren teilen dem Bordcomputer den Status des Motors, des Fahrwerks oder der Türen mit. Eventuell werden Autos in Zukunft keinen Fahrer mehr brauchen, sondern selbst ihren Weg durch den Verkehr finden. Die Internetfirma Google arbeitet seit geraumer Zeit an einem solchen Projekt und hat 2012 bereits einen Prototyp vorgestellt.[94] Edmond J. Brown, der Gouverneur von Kalifornien, hat im September 2012 ein Gesetz unterschrieben, das fahrerlosen Fahrzeugen die Teilnahme am öffentlichen Straßenverkehr erlaubt.[95] Weil damit ein übermäßig aggressives Fahrverhalten ausgeschlossen wird, könnten diese Systeme schon in wenigen Jahren vorgeschrieben werden. Einer Studie der Wirtschaftsprüfungsgesellschaft KPMG zufolge werden fahrerlose Autos bereits 2025 einen erheblichen Marktanteil haben.[96] Selbstverständlich werden ihre Bordcomputer direkt oder über Internet miteinander kommunizieren, um den jeweils besten Verkehrsfluss zu gewährleisten. Auch in überfüllten Städten gleitet man dann ohne Anstrengung dahin, bis das Auto auf einem vorher reservierten Parkplatz in optimaler Entfernung vom Ziel anhält. Die unaufgeregte Fahrweise des elektronischen Chauffeurs sorgt auch für einen verringerten Energieverbrauch. Schilder, Ampeln, Fahrbahnmarkierungen oder Wegweiser sind bald überflüssig und werden abgebaut. Die autonom fahrenden Autos sind schneller unterwegs und können dichter auffahren, sodass die Straßen mehr Fahrzeuge aufnehmen können.

Das ist keine reine Zukunftsmusik. Seit 2013 stattet Mercedes die Modelle der S-Klasse mit einem System aus, das autonomes Fahren im Stau bei Schrittgeschwindigkeit ermöglicht: Das Auto beschleunigt, bremst und lenkt selbsttätig, ohne dass der Fahrer eingreifen muss.[97] Allerdings hat die schöne neue Autowelt auch eine dunkle Seite: Über Internet ist der Standort jedes Autos und der mitfahrenden Personen stets abfragbar. Völlige Transparenz bedeutet auch totale Kontrolle. Die Polizei kann jedes Auto an jeden beliebigen Punkt dirigieren und dort anhalten. Natürlich kann sich der Autocomputer auch Viren einfangen. Damit könnten Kriminelle zum Beispiel Autos entführen oder sie zum Spaß gegen die nächste Wand lenken. In einem künftigen Cyberkrieg werden alle Seiten versuchen, den Straßenverkehr des Gegners zu blockieren. Sie können beispielsweise Autos und Lastwagen bei Höchstgeschwindigkeit aufeinanderprallen lassen und damit Hunderte von Menschen umbringen. Aber selbst diese Aussichten werden den Siegeszug der Autos mit Cyberchauffeur nicht aufhalten können.

Lastwagen sind nicht weniger abhängig von moderner Mikroelektronik als Pkws. Speditionen halten mit ihren Fahrern über Internet Verbindung und steuern die Fahrtrouten zentral. Sie würden sehr davon profitieren, wenn die Lastwagen autonom fahren. Fahrer werden müde und müssen Ruhezeiten einhalten, Computer arbeiten rund um die Uhr. Wenn ein autonom fahrender Lastwagen länger auf der Straße bleiben darf, werden die Speditionen gerne einen Computer einbauen, der den Fahrer unterstützt oder zeitweilig ablöst. So können dann mit weniger LKWs mehr Waren bewegt werden. Damit sparen sie Geld und Zeit. In ihrem hart umkämpften Geschäft ist das der ein-

zige Weg zu überleben. Ab etwa 2040 wird es Vorschrift werden, auf dicht befahrenen Straßen und in den Zentren der Städte dem Computer das Steuer zu übergeben. Immer mehr Menschen werden überhaupt nicht mehr selbst fahren wollen oder können.

Wenn das System zusammenbricht, arbeitet zunächst die Verkehrssteuerung nicht mehr und überall entstehen Staus. Speditionen können nicht mehr automatisch die kürzesten Wege für ihre Fahrten berechnen. Die Auslieferung dauert länger und wird teurer. Weil die Ersatzteile fehlen, können immer mehr Autos nicht mehr autonom fahren oder bleiben ganz stehen. Die Menschen werden wieder lernen müssen, ein Auto zu steuern.

Was geschieht mit der stolzen deutschen Autoindustrie? Wenn die Computerplatinen fehlen, könnte sie keine Fahrzeuge mehr bauen. Die Fertigungstiefe (also die Anzahl von Baugruppen, die ein Unternehmen selbst herstellt) ist heute sehr gering. Die Lager der Autohersteller und der deutschen Zulieferer reichen maximal für einige Wochen. Danach stehen die Bänder still – mit allen wirtschaftlichen Folgen.

Das Internet der Dinge

> Bis 2025 könnten selbst die profansten Dinge wie Lebensmittelverpackungen, Möbel oder Papierdokumente einen Internetanschluss besitzen. Aktuelle Entwicklungen deuten künftige Möglichkeiten und Risiken an, die aufkommen, wenn Menschen die profansten Dinge und Geräte aus der Ferne kontrollieren, lokalisieren oder überwachen können.[98] (National Security Council der USA)

In weniger als 20 Jahren könnte tatsächlich fast jeder Gebrauchsgegenstand einen Internetanschluss besitzen. Haushaltsgeräte werden eine eigene Intelligenz bekommen. Der Kühlschrank weiß, was wir einkaufen müssen, die Waschmaschine wertet die Kennung der eingefüllten Wäsche aus und stellt automatisch den richtigen Waschgang ein. In Wohnungen und Häusern schaltet die Hausintelligenz automatisch Licht und Heizung in leeren Räumen aus. Die Kleidung und die Betten überprüfen ständig unsere Lebensvorgänge und schlagen Alarm, wenn Puls, Körpertemperatur und Hautfarbe den gesunden Bereich verlassen. Das Bett weist uns regelmäßig darauf hin, dass wir zu schwer sind.

Natürlich wollen wir keine allzu intelligenten Hausgeräte, sonst könnten unerwünschte Nebenwirkungen auftreten. Man stelle sich vor, der Kühlschrank macht aufgrund seines Inhalts Menüvorschläge. Dann streitet er sich mit dem Herd über die umweltschonendste Zubereitungsmethode. Am Ende einigen sie sich auf einen Kompromiss, der nicht mehr verhandelbar ist. Die Bewohner haben keine Wahl: Der Kühlschrank will nichts anderes herausrücken und der Herd nichts anderes kochen. Wollen wir wirklich einen Flaschenöffner, der nur tätig wird, nachdem er uns über die Folgen übermäßigen Weinkonsums aufgeklärt hat und wir ihm bestätigt haben, dass er nicht für Schäden haftet?

Von allen spaßigen Übertreibungen einmal abgesehen: Wenn die Funktion der Heizung und der Hausgeräte vom Internetanschluss abhängt, hätte das Ende des Internets fatale Folgen. Die Heizung müsste auf Handbetrieb umgeschaltet werden und würde danach deutlich mehr verbrau-

chen. Der Stromverbrauch würde nicht mehr exakt geregelt und ebenfalls in die Höhe schnellen.

In vielen Bereichen werden die Menschen weitgehend hilflos sein, wenn die elektronischen Alltagssysteme versagen. Das Internet der Dinge treibt die jetzt schon bestehende Abhängigkeit noch eine Stufe weiter.

Das Sterben der Datencenter

Das Internet ruht auf zwei sehr schmalen Pfeilern: der immer stärker zentralisierten Fertigung der Komponenten und den wenigen großen Datencentern. Wenn Cyberterroristen alle neun Datencenter von Google[99] in einer koordinierten Aktion vernichten würden, wäre der Konzern am Ende und viele Menschen in aller Welt könnten kaum noch arbeiten. Je mehr Daten in die Cloud, also in Datencenter, ausgelagert werden, desto stärker sind sie an wenigen, gut angreifbaren Orten konzentriert. In der nahen Zukunft werden wir das Wissen, das unsere Zivilisation ausmacht, an weniger als 20 Orten der Welt gebündelt haben. Warum verteilt man die Aufbewahrungsorte nicht besser? Ganz einfach: Daten lassen sich heute extrem schnell um die Welt transportieren. Der Benutzer merkt kaum, ob eine Datei auf der Festplatte des Rechners, auf einem Server im gleichen Haus oder in einem Datencenter irgendwo auf der Welt abgelegt ist. Wenn ich meine Daten selbst verwalte, muss ich auch für Sicherheit und Backups sorgen. Das ist unbequem und kostet Zeit. Halte ich die Daten aber in der Cloud, nimmt mir der Betreiber diese Sorge ab.

Weil Datencenter unglaublich viel Strom verbrauchen, stehen sie in Ländern wie Finnland. Dort gibt es sauberen und billigen Strom aus Wasserkraft. Gleichzeitig ist so kalt, dass an den meisten Tagen im Jahr die Betriebswärme günstig entsorgt werden kann. Ferner hat Finnland gut ausgebildetes und zuverlässiges Personal. An so idealen Standorten werden sich die meisten Datencenter ansiedeln. Wenn sich das Cloud-Computing allgemein durchsetzt, werden dort bald die Daten von Städten, Ländern und Staaten friedlich neben denen von Firmen und Universitäten liegen. Das spart viel Geld – und macht das System extrem verletzlich.

Wenn jemand das Gedächtnis der Internetgesellschaft auslöschen wollte, müsste er genau hier ansetzen. Wie schon gesagt, werden im Jahr 2050 viele Staaten die Fähigkeit haben, jeden Punkt der Erde mit Drohnen oder Raketen anzugreifen. Auch ein Cyberangriff ist jederzeit möglich. Eine erfolgreiche Attacke hätte fatale Folgen: Das Arbeitsgedächtnis und das Archiv der Internetgesellschaft wären ausgelöscht oder schwer geschädigt.

Sollte in einer künftigen Krise der Nachschub an Speichereinheiten dauerhaft versiegen, dauert es etwas länger, bis sich die elektronische Demenz durch die Datencenter frisst. Die Folgen wären aber ähnlich schlimm. Die öffentliche Verwaltung würde zusammenbrechen. Der Staat könnte nichts mehr bezahlen und kein Geld mehr einnehmen. Schlimmer noch: Er wüsste nichts mehr über seine Bürger. Er hat die Kontonummern der Rentner vergessen und die Höhe ihrer Ansprüche. Er kann die Einzahlungen nicht mehr verbuchen. Schon heute existieren viele Daten nur noch als Elektronenwolke auf einer Festplatte. Bis 2040

wird es in den Ämtern kaum noch klassische Akten geben, ein Datenverlust wäre deshalb fatal. Zum ersten Mal seit der Zeit der Keilschrifttafeln wäre der Staat außerstande, über seine Bürger Buch zu führen.

Auch die Zahlung per Handy an der Supermarktkasse oder im Bus würde immer seltener funktionieren. Die Europäische Union wird aber in den nächsten 30 Jahren voraussichtlich das Bargeld weitgehend abschaffen, um den Geldumlauf besser zu kontrollieren. In Schweden gibt es bereits heute Bestrebungen, nur noch bargeldlose Zahlungen zuzulassen.[100] Ein Zusammenbruch des elektronischen Geldtransfers wäre dann allerdings eine Katastrophe, weil die Alternative fehlt. Es gäbe dann wohl hastig gedrucktes Notgeld, etwa wie in der Zeit der Hyperinflation 1923.

Ämter und Firmen würden natürlich versuchen, alle wichtigen Unterlagen rechtzeitig auszudrucken, damit sie auf Papier vorliegen. Es ist aber sehr fraglich, ob das gelingen kann.

Fazit: Wenn das Internet zusammenbricht, hinterlässt es einen verkrüppelten Staat mit einer zerstörten Wirtschaft.

Wissenschaft und Medizin

Heutzutage sind Universitäten Massenbetriebe. Es geht darum, mit knappen Mitteln und mit einer dünnen Personaldecke möglichst vielen Studenten eine gute Ausbildung zukommen zu lassen. Diese Aufgabe hat absolute Priorität. Erst in zweiter Linie können sich Professoren und wissenschaftlicher Nachwuchs der Forschung widmen.

Ohne Internet ist der Universitätsbetrieb schon heute undenkbar geworden. Die ständige Raumnot verlangt, dass Seminare und Vorlesungen mehr und mehr ins Internet verlagert werden. Die Studenten loggen sich in eine entsprechende Anwendung ein und nehmen dann an einer virtuellen Vorlesung teil. Selbstverständlich kann der Dozent auch sehen, welcher Student eingeloggt ist. Er hat damit eine Teilnehmerliste seiner Vorlesung oder seines Seminars. Die Studenten können sich mit Fragen oder Diskussionsbeiträgen an den Veranstaltungen beteiligen. Nur in Ausnahmefällen kommen die Teilnehmer noch in einem Raum zusammen. Die Universitäten sparen viel Geld, wenn sich mehrere Veranstaltungen einen Raum teilen, oder besser noch, überhaupt keinen Raum mehr in Anspruch nehmen. Die Leuphana Universität Lüneburg hat seit Januar 2013 eine eigene „Digital School“ im Portfolio. Die Hochschule Wismar hat zum Wintersemester 2012/13 unter dem Slogan „Net.Uni“ ihre ersten beiden Online-Studiengänge gestartet. Die Studenten sind dabei keine passiven Zuhörer, sie können über das Internet zu bestimmten Terminen einen eigens zugewiesenen Tutor ansprechen. Die Hochschule möchte ihre Studentenzahl mithilfe der Online-Studiengänge von 7000 auf 10000 steigern. Bis 2020 erwartet der Rektor Norbert Grünwald sogar 6000 zusätzliche Fernstudenten, wie er im Frühjahr 2012 der Presse erklärte.

In den USA sind Online-Kurse an vielen Hochschulen fest etabliert. Nach einer 2011 veröffentlichten Studie des Babson College in Massachusetts nahmen im Jahr 2010 etwa 6,1 Millionen Studenten an mindestens einem Internetkurs teil.[101] Die Tendenz ist stark steigend. In den nächsten zwan-

zig Jahren wird keine Universität mehr ohne virtuelle Veranstaltungen auskommen. Studenten sitzen nicht mehr in Hörsälen, sondern treffen sich in kleinen Gruppen privat, um am Laptop einer Vorlesung zu folgen, Fragen an den Dozenten zu stellen und hinterher zu diskutieren. Arbeitsgruppen finden sich in virtuellen Räumen zusammen.

Inzwischen haben verschiedene Anbieter auch offene Kurse speziell für das Internet aufbereitet. Wer teilnehmen will, muss nicht an einer Hochschule eingeschrieben sein, er braucht lediglich einen Computer mit Internetanschluss. Deshalb sind Kurse mit mehr als 10 000 Teilnehmern keine Seltenheit. Diese neue Form des Lernens ist unter dem Stichwort MOOC (Massive Open Online Courses) bekannt.[102] Die Dozenten können sich nicht mehr um die einzelnen Studenten kümmern, deshalb sollen sich die Kursteilnehmer in sozialen Netzen organisieren und gegenseitig helfen. Die Kurse bestehen meist aus kurzen Lerneinheiten von 10 bis 15 Minuten mit einem anschließenden Quiz. Bisher hat allerdings keine renommierte Universität ein Studium auf dieser Basis angeboten. Es könnte aber durchaus sein, dass in Zukunft auch große Universitäten Abschlüsse anbieten, die nur aufgrund von MOOCs erworben werden. Sie würden es den Studenten überlassen, wie sie sich ihr Wissen aneignen, und lediglich die Prüfungen abnehmen.

Viele Lehrbücher, Lehrfilme, Skripte oder Übungsklausuren werden schon in wenigen Jahren keine materielle Existenz mehr haben. Die Studenten laden die notwendigen Informationen bei Bedarf kostenlos auf ihr E-Book oder ihren Laptop. Am Ende der Kurse erlischt die Benutzungsgenehmigung, aber die Lehrmaterialien können natürlich auch gekauft werden. Damit nicht jeder Student

einsam vor sich hin studiert, ist das Studienangebot mit sozialen Netzwerken kombiniert. Die Universität erwartet ausdrücklich, dass die Studenten untereinander und mit den Dozenten diskutieren. Eine moderne Universität braucht Hunderte Kilometer an Glasfaserkabeln, diverse Aufnahmestudios und multimedial eingerichtete Labors. Aber sie nutzt immer weniger Lehrgebäude. Selbst die Hochschullehrer können einen Großteil ihrer Zeit von zu Hause aus arbeiten. In Zukunft wird ein großer Teil des Personals keinen eigenen Schreibtisch mehr haben. Selbst Übungslabors für Studenten könnten in ganz Deutschland an zentralen Orten eingerichtet werden. Die Universitäten buchen sie nur noch bei Bedarf für Praktika und Übungen. Damit steigt die Auslastung und die Kosten sinken.

In dreißig Jahren werden solche Studiengänge die Regel sein. Wenn die Umstellung gelingt, wird das Studium instruktiver, verständlicher und zugleich billiger werden. Die Universität ist virtuell geworden: Die Studenten entscheiden sich nicht mehr für eine Universität, weil sie nahe an ihrem Heimatort liegt, sondern weil sie eine exzellente Lehre bietet. Für die Universitäten wiederum ist es kein Problem mehr, in einem Jahr 1 000 und in einem anderen Jahr 3 000 Studenten neu aufzunehmen.

Es gibt dann aber keinen Weg mehr zurück. Wenn das Internet zusammenbricht, können die meisten Kurse nicht mehr stattfinden. Um 2050 werden die Hochschulen zu wenig Gebäude haben, um den Lehrbetrieb aufrechtzuerhalten. Die Studenten leben weit verstreut und sind darauf angewiesen, dass die Kommunikation über Internet funktioniert. Jahrelanges Chaos ist vorprogrammiert.

Auch in der Medizin wird das Internet in den nächsten Jahrzehnten immer wichtiger werden.[103] Die elektronische Gesundheitsakte, das virtuelle Verzeichnis aller medizinischen Behandlungen, ersetzt die Karteikarte des Arztes. Alle Anamnesen, Diagnosen, Laborergebnisse, Röntgenbilder und Therapien sind dort gespeichert. Jeder Arzt kann darauf zugreifen (wenn der Patient es erlaubt). Die gesetzlichen Krankenversicherungen drängen seit Jahren auf die Einführung des Systems, viele Ärzte wehren sich. Sie möchten nicht auf ihre handschriftlichen Aufzeichnungen verzichten. Bis 2025 wird die zentrale Speicherung der Gesundheitsdaten von gesetzlich Versicherten in Deutschland aber wohl verbindlich eingeführt werden. In Österreich ist das System bereits beschlossen, es soll bis 2017 den Vollbetrieb aufnehmen. Auch Konzerne wie Google und Microsoft sind in den gewaltigen Markt für die elektronische Übermittlung und Speicherung von Gesundheitsinformationen eingestiegen und machen über ihre Lobbyisten Druck auf die Politik. Moderne Blutzucker-, Blutdruck- und Pulsmessgeräte lassen sich schon heute an das Smartphone anschließen. Die gemessenen Werte können direkt an den behandelnden Arzt weitergegeben werden, wenn der Patient zustimmt. In jedem Fall speichert die zugehörige App die Werte über mehrere Wochen und erstellt aus den Daten ein Gesundheitsprofil. Damit kann der Arzt beispielsweise die Wirkung seiner Behandlung überprüfen und die Therapie genauer einstellen.

Wenn die Lebensfunktionen von Patienten aus der Ferne überwacht werden können, wird man die Menschen früher aus den Krankenhäusern entlassen können. Das spart Ressourcen. Chronisch kranke Patienten müssen nicht mehr

regelmäßig den Arzt aufsuchen, um den Krankheitsverlauf zu besprechen. Wenn die Sensoren, die den Patienten zu Hause überwachen, keine Verschlechterung signalisieren, reicht ein Videogespräch am Handy.

Krankenkassen in aller Welt haben erkannt, dass sie durch die intelligente Ausnutzung des Internets viel Geld sparen können. Insbesondere werden wir weniger Krankenhausbetten und weniger Arztbesuche brauchen. Dafür bekommen wir eine bessere vorbeugende Gesundheitsüberwachung sowie eine engmaschigere Kontrolle von Krankheitsverläufen und Therapien. Aber auch die Ärzte werden kontrolliert: Die Medikamentengabe wird automatisch mit den Symptomen und dem Krankheitsverlauf abgeglichen. Bei Therapieversagen oder bei Gabe von untereinander unverträglichen Medikamenten wird das System den Arzt rechtzeitig warnen. Letztlich wird allein das deutsche Gesundheitssystem Milliarden Euro einsparen, ohne dass die Versorgung deshalb schlechter werden müsste. Manche Wissenschaftler träumen sogar davon, das Genom eines Menschen zu analysieren, und daraus einen virtuellen Patienten zu konstruieren. Anhand der genetischen Ausstattung und der aktuellen Umwelteinflüsse ließe sich das Erkrankungsrisiko individuell bestimmen. Die Menschen würden dann vorbeugend individuell behandelt, damit die prognostizierten Krankheiten gar nicht erst ausbrechen.[104]

Natürlich wird sich dieses ausgefeilte elektronische Gesundheitssystem nicht mehr auf den Stand von 1990 zurückdrehen lassen. Ein länger anhaltender Ausfall des Internets wird auch das Gesundheitswesen an den Rand des Zusammenbruchs treiben.

Das Ende des Internets – die Kernschmelze unserer Zivilisation

Jede Gesellschaft braucht Rituale des Zusammenhalts und eine anerkannte Methode der Kommunikation. Dabei ist es ganz gleich, ob Meldereiter, Läufer oder digitale Medien für die Verbreitung von Nachrichten sorgen. Volksversammlungen wie im alten Rom gewährleisten die Mitbestimmung des Volks ebenso gut wie eine Liquid Democracy im Internet. Ferner braucht jede Gesellschaft ein funktionierendes Transportnetz. Ob das Wege für Eselskarren oder achtspurige Autobahnen sind, ist unwichtig. Und nicht zuletzt braucht eine Gesellschaft eine Ordnung und eine Macht, die sie aufrechterhält. Die Legionen leisteten für das Römische Reich genauso viel wie die digital vernetzte Polizei für unsere moderne Gesellschaft (eine zivile Polizei gab es im Römischen Reich nicht). Die Ausgestaltung der Aufgaben ist nicht entscheidend, wichtig ist nur, dass die jeweiligen Methoden verlässlich funktionieren.

Die Informationsgesellschaft benötigt außerdem elektrische Energie und eine Infrastruktur, um sie zu verteilen. Wenn alle diese Voraussetzungen auf einmal wegbrechen, geht der Zusammenhalt der Gesellschaft verloren und die gesamte Kultur verliert ihre Existenzgrundlage.

Bis etwa 2030 wird unsere Gesellschaft in allen wichtigen Aspekten von einem zuverlässig funktionierenden Internet abhängig sein. Es wird das zentrale Nervensystem der Gesellschaft sein. Aus gutem Grund haben sich in der Evolution Tiere durchgesetzt, die ihr Gehirn mit einer stabilen Knochenhülle schützen. Außerdem ist es so gebaut, dass es

auch schwere Verletzungen überstehen kann. Das zentrale Nervensystem funktioniert in der Regel noch, wenn ein beträchtlicher Teil der Nervenzellen geschädigt oder abgestorben ist.

Das Internet hingegen zerfällt ohne Nachschub binnen weniger Jahre und ist gegen Angriffe nur sehr unzureichend geschützt. Wenn Gesellschaftssysteme einem ähnlichen Selektionsdruck ausgesetzt wären wie Tierarten in der Natur, hätte unsere gegenwärtige Informationsgesellschaft auf die Dauer keine Chance. Statt uns gegen die Gefahren zu rüsten, schließen wir die Augen und hoffen, dass alles immer so weitergeht. Zugleich unterhöhlen wir die Stabilität des Klimas und ignorieren die Möglichkeit künftiger Kriege. Derzeit gebärden wir uns ebenso selbstgefällig wie die Bewohner des Römischen Reichs vor der Katastrophe.

9
Was tun?

In der Mitte des 4. Jahrhunderts n. Chr. schien die römische Zivilisation fest etabliert zu sein. Gut, die Zentralgewalt war schwach, Usurpatoren hatten in einigen Gebieten die Macht an sich gerissen, aber die Grenzlegionen verteidigten das Reich zuverlässig gegen äußere Gefahren. Diokletian hatte Ende des 2. Jahrhunderts grundlegende Reformen durchgesetzt, Konstantin die Grenzen noch einmal nachhaltig gesichert. Im Inneren herrschte Frieden, der Handel blühte, und in den Provinzen ließ es sich gut leben. Belauschen wir einmal ein Gespräch, wie es gegen 370 n. Chr. unter Kaiser Valentinian sicherlich vielfach in Städten wie Augusta Treverorum (Trier), Divodurum Mediomatricorum (Metz) oder Londinium (London) geführt wurde.

„Probier noch mal von meinem Wein. Beste Qualität, direkt aus Iberien, mein Haushofmeister hat ihn zu einem guten Preis bekommen. Übrigens, hast du gehört? Der Kaiser hat die Germanen geschlagen und die Grenze am Rhein vorläufig gesichert. Ist auch nötig. Diese germanischen Wilden machen mir Angst. Aber unsere Legionen haben sie wieder einmal besiegt. Endgültig, so hoffe ich."

„Endgültig, sagst du? Sie rücken ständig nach, schon seit Jahrhunderten. Nein, wir können sie nicht besiegen, wir

T. Grüter, *Offline!*, DOI 10.1007/978-3-642-37737-2_9,

assimilieren sie. Unsere Legionen bestehen doch längst aus Germanen und Galliern. Für das Reich kämpfen zivilisierte Germanen gegen ihre barbarischen Stammesbrüder aus dem Osten. Wir geben ihnen gute Waffen, und es dauert nicht lange, dann erkennen sie die Vorteile unserer Kultur. Rom ist eine Idee, eine Lebensweise. Sie ist allen anderen so weit überlegen, dass sie nicht untergehen kann. Wer will schon auf Glas aus Syrien, Wein aus Iberien oder gut geheizte Häuser verzichten?“

„Deinen Optimismus hätte ich auch gerne! Ja, wir haben reines Wasser aus den Bergen, gut ausgebaute Grenzbastionen und gepflasterte Straßen. Wir können sicher reisen, ohne ausgeraubt zu werden. Aber das kostet alles viel Geld. Seit Generationen werden die Münzen immer schlechter, die Preise steigen, und die Steuern treiben mir den Schweiß auf die Stirn. Trotzdem scheint das Reich immer zu wenig Mittel zu haben. Irgendwann bricht alles zusammen, dann sitzen unsere Enkel wieder in lehmverkleisterten, rauchigen Holzhütten inmitten von Barbaren.“

„Blödsinn! Wenn diese Wilden ins Reich eindringen, was passiert denn dann? Unsere Truppen schlagen sie zusammen, auch wenn das manchmal ein paar Jahre dauert. Oder wir geben ihnen Geld und Land an den Grenzen, damit sie uns verteidigen. Auf jeden Fall ist die zweite und dritte Generation schon so weit zivilisiert, dass sie das Reich stärkt, statt es zu schwächen. Irgendwann kommt wieder ein wirklich starker Imperator und sorgt für ein Ende der Inflation im Inneren. Vielleicht schafft Flavius Valentinianus das ja auch noch. Zutrauen würde ich es ihm. Rom mag untergehen, aber die Zivilisation mit ihrer fortschrittlichen Me-

dizin und ihrer sicheren Rechtsprechung wird überleben. Nicht einmal die Barbaren werden das abschaffen wollen."

„Ich sage dir, Fulvius, wir gehen an den Kosten für all den Fortschritt irgendwann zugrunde. Medizin, Legionen, Wege, Aquädukte, Befestigungen, das will bezahlt werden. Die ewige Inflation ist nur ein Zeichen dafür, dass der Staat mehr Geld ausgibt als einnimmt. Eines Tages kommt es noch so weit, dass der Staat sich Geld *leihen* muss!"

„Ganz bestimmt nicht. Das wäre wirklich der Untergang! Weißt du was? Du bist ein ewiger Pessimist. Liegt wahrscheinlich an den dunklen Winternächten hier im Norden. Aber jetzt nimm noch ein Glas Wein und lass uns über die Geschäfte reden, statt über so fernliegende Dinge zu philosophieren."

25 Jahre später begann der Westen des Reichs auseinanderzufallen und 40 Jahre später war die römische Zivilisation in Gallien, Germanien und Britannien am Ende.

Wenn wir uns dieses Schicksal ersparen wollen, müssen wir handeln. Einige Jahre bleiben uns noch, bevor es zu spät ist. Ich glaube nicht an die Macht moralischer Appelle, deshalb möchte ich vier sinnvolle Handlungskonzepte vorschlagen, die nicht Konsumverzicht und höhere Preise in den Vordergrund stellen. Es nutzt leider nichts, wenn Deutschland seinen CO_2-Ausstoß pro Kopf auf den heutigen Wert von Indien reduziert, wenn Indien und China gleichzeitig auf den heutigen Wert von Deutschland zusteuern. Ein moralisch unanfechtbarer Standpunkt lässt die Politiker in Deutschland vielleicht besser schlafen, aber die Welt wird nicht im Schlaf gerettet. Das Fracking für die Gasgewinnung mag umweltschädlich sein, aber es bringt

Geld und Arbeit. Deshalb wird es weltweit auch dann ausgebaut werden, wenn wir es in Deutschland verbieten.

Als Arzt habe ich gelernt, dass Verzichtsappelle immer nur eine kleine Minderheit erreichen, aber niemals das Handeln der Mehrheit bestimmen können. Auch wenn eine bescheidenere Lebensweise die beste Lösung wäre, macht es keinen Sinn, die Zukunftsplanung darauf aufzubauen, dass alle aus reiner Vernunft aktiv mitmachen. Manchmal muss man realistisch genug sein, auch zweitbeste Lösungen zu akzeptieren.

Wir müssen uns der schwachen Fundamente unserer Informationsgesellschaft bewusst werden. Das Internet ist der oberste, empfindlichste und kurzlebigste Teil unserer ohnehin extrem künstlichen Umwelt. Gleichzeitig ist es die Grundlage der modernen Lebensweise. Wir müssen Konzepte entwickeln, um unsere Infrastrukturen gegen Krisen zu härten. Damit schaffen wir ein solides Fundament, um die Informationsgesellschaft weiter auszubauen. Hier also meine Vorschläge:

Vorschlag 1

Die Erhaltung, Sicherung und Modernisierung der kritischen Infrastrukturen muss absolute Priorität erhalten.

Unsere Lebensweise beruht auf einer sehr viel umfangreicheren Infrastruktur als die römische. Wie das Gespräch der beiden Römer andeutet, hatten die Kosten für die Erhaltung der Straßen, der Aquädukte, der Grenzbefestigungen schon im 4. Jahrhundert jedes Maß gesprengt. Selbst

das wohlhabende Römische Reich brachte nicht mehr die Mittel auf, um seine inneren Strukturen zu erhalten und zugleich seine Grenzen zu verteidigen. Das sollte uns eine Warnung sein.

Den meisten Menschen ist heute nicht bewusst, dass unsere moderne Infrastruktur erstaunlich jung ist. Erst in den letzten hundert Jahren der langen Menschheitsgeschichte haben Städte und Dörfer das umfangreiche Netzwerk aus Schienen, Rohren, Kabeln und gepflasterten Straßen aufgebaut, ohne das wir heute nicht leben könnten. Anders als Bäume und Hecken wächst diese Infrastruktur nicht von selbst. Sie ist kein Teil der Natur, ihre Bewahrung und Modernisierung kostet mehr Geld, als die Menschen derzeit zu investieren bereit sind. Die deutschen Kommunen waren bei ihren Leistungen für die Infrastruktur im Jahr 2012 bereits mit mehr als 100 Milliarden Euro im Verzug. In den USA sind inzwischen das Straßennetz, die Wasserrohre und die Stromleitungen in einem desolaten Zustand, der Investitionsrückstand beträgt mehr als eine Billion US-Dollar.

Das ist auf den ersten Blick kaum zu verstehen. Jede Gemeinde kann ausrechnen, was die Erhaltung von Gebäuden, Straßen, Wasserleitungen und Stromkabeln in den nächsten 20 Jahren kosten wird. Also wäre es kein Problem, die entsprechenden Gelder einzuplanen. Trotzdem verfallen Gebäude, Straßen und Leitungsnetze. Es ist einfach unpopulär, den Bürgern die Kosten für die Erhaltung dieser Leistungen abzuknöpfen. Strom war immer schon da, warum sollte man also ein funktionierendes Netz erneuern, die Transformatoren der Umspannstationen austauschen, die öffentlichen Gebäude sanieren? Im nächsten Jahr ist es da-

für auch noch früh genug. Also werben die Politiker lieber damit, dass sie die kommunalen Steuern und Abgaben senken und die Gebühren für Strom und Wasser stabil halten wollen (nicht dass es ihnen jemals gelänge!).

Dieses Problem ist nicht auf die politisch beeinflussten kommunalen Betriebe begrenzt. Die Tendenz zur Vernachlässigung der Erhaltungsausgaben findet man auch bei privaten Versorgungsunternehmen. In einigen Städten ist die Wasserversorgung privatisiert worden. Dahinter steht die Idee, dass private Firmen effektiver wirtschaften als öffentliche Betriebe. Allerdings neigen private Firmen dazu, ihren Gewinn zu optimieren, indem sie die Ausgaben für die Wartung und Reparatur des Leitungsnetzes so gering halten wie eben nötig – oder sogar noch geringer. Gleichzeitig erhöhen sie die Gebühren bis an die vertraglich zulässige Grenze, um so schnell wie möglich hohe Gewinne einzufahren. Dabei nehmen sie den langfristigen Verfall der Leitungsnetze bewusst in Kauf. Es gibt keinen Königsweg aus diesem Dilemma. Jeder Bürger in Deutschland muss sich darüber im Klaren sein, dass die derzeitige Infrastruktur pro Jahr zwischen 20 und 100 Milliarden allein für ihre Instandhaltung verschlingt. Modernisierungen und Verbesserungen kosten extra.

Während also die Stromversorgung, die Wasserversorgung und das Straßennetz relativ mühsam auf einem brauchbaren Stand gehalten werden, entsteht mit rasender Geschwindigkeit eine neue – digitale – Infrastruktur. Sie nutzt teilweise die vorhandenen Stromkabel und die Telefonleitungen, aber sie braucht natürlich auch eigene Anlagen. Der Errichtung ist teuer, aber vorläufig sind die Kunden noch bereit, für einen besseren Service und einen

höheren Durchsatz mehr Geld zu bezahlen. Der Ausbau lohnt sich also. Das wird sich in den nächsten Jahren und Jahrzehnten mit Sicherheit ändern. Spätestens in den dreißiger Jahren wird ein Punkt erreicht sein, an dem sich weitere Investitionen nicht mehr bezahlt machen. Der scharfe Wettbewerb zwingt die Anbieter dann zu einem ruinösen Preiswettbewerb, so dass kein Geld für die Erhaltung und den Ausbau der Infrastruktur übrig bleibt. Auch die Bereitstellung von Inhalten (*Content*) wird sich kaum noch allein über Werbung finanzieren lassen. Die großen internationalen Content-Anbieter müssen dann von den Kunden Geld nehmen oder ihre Dienste einschränken. Google wird für seine Suchmaschine vielleicht eine Monatsgebühr berechnen, Facebook um zahlende Nutzer werben. Dazu kommen die Kosten für den Ersatz der Glasfaserkabel. Im Laufe der Zeit wird das Glas trüb, dann müssen die Kabel ausgetauscht werden. Im Moment ist noch unklar, wie lange die Kabel halten. Sie liegen einfach noch nicht lange genug in der Erde. Mehr als vierzig Jahre darf man aber nicht erwarten.

Die Erhaltung der Infrastruktur muss von der Sicherung gegen mögliche Angriffe begleitet sein. Internet und Stromversorgung sind dabei, in eine gefährliche zyklische Abhängigkeit abzugleiten. Das Gesamtsystem verliert dabei massiv an Betriebssicherheit, die Verletzlichkeit nimmt zu. Wir müssen aber mit virtuellen und physischen Angriffen in den nächsten Jahrzehnten rechnen und die Systeme entsprechend sichern und härten. Die Stromversorgung muss auch dann funktionieren, wenn massive Angriffe Teile der Steuerung lahmlegen. Es wäre optimal, wenn kleine Einheiten als Inseln zuverlässig arbeiten und genügend Reser-

ven bereitstellen können, um benachbarte Inseln mitzuversorgen. SCADA-Systeme sind derzeit leichter angreifbar als Desktop-Computer. Hier muss dringend ein Sicherheitskonzept entwickelt werden, das Angriffe auf lebenswichtige Versorgungseinrichtungen verhindert und im schlimmsten Fall wenigstens einen Notbetrieb ermöglicht.

Die Herstellung von Komponenten für Computer und Kommunikationseinrichtungen konzentriert sich auf immer weniger Produktionsstätten. Auch die Datencenter stehen weltweit nur an wenigen Standorten. Das ganze System ist deshalb sehr verletzlich. Wir werden dringend über internationale Sicherheitskonzepte nachdenken müssen.

Letztlich ist die Erhaltung und Verbesserung der Infrastruktur der Prüfstein für die Überlebensfähigkeit unserer Gesellschaft. Wir brauchen keine Mars-Reisen und keine Kunstgehirne im Computer zu planen, wenn wir es nicht schaffen, die Stromversorgung sicherzustellen, die Straßen zu erhalten und die Kommunikationsstrukturen auszubauen. Wir vergessen oft, dass die Straßen und Eisenbahnen die Blutadern unserer Gesellschaft sind, während sich das Internet immer mehr zum zentralen Nervengeflecht entwickelt. Schon bald könnte unsere Gesellschaft einem uralten Mann mit verstopften Adern und einem zerfallenden Nervensystem gleichen. In seinem Größenwahn schwadroniert er davon, die Welt zu beherrschen, während er sich in Wahrheit ohne Hilfe nicht mehr aus seinem Sessel erheben kann.

Vorschlag 2

Wir brauchen preiswerten Strom, der nicht aus Verbrennungsvorgängen stammt. Nur so kann die Destabilisierung des Erdklimas eingedämmt werden.

Als zu Beginn des 18. Jahrhunderts in England die Dampfmaschine als Energiequelle eingeführt wurde, verbreitete sich die neue Technik in Deutschland nur sehr zögerlich. Die Deutschen, so lautet eine immer wieder vorgebrachte Meinung, waren einfach zu wenig flexibel, um den ungeheuren Vorteil der mechanischen Energieerzeugung aus Wasserdampf zu erkennen. Deshalb begann die Industrialisierung hierzulande viel später als in England. Eine durchaus plausible Auslegung, die aber einen kleinen Schönheitsfehler hat:

Sie ist nachweislich falsch.

Den Deutschen fehlte nicht etwa der Verstand, um das revolutionäre Potenzial der Dampfmaschine zu erkennen, vielmehr handelten sie wirtschaftlich vernünftig. Der Einsatz der neuen Technik lohnte sich nur dort, wo billige Kohle verbrannt werden konnte. Außerhalb der englischen Kohlereviere war eine Dampfmaschine deshalb eine sehr zweifelhafte Segnung. Holz war im Deutschland des 18. Jahrhunderts knapp und teuer, Kohle kaum verfügbar. Erst zu Beginn des 19. Jahrhunderts begann der industrielle Abbau von Steinkohle im Ruhrgebiet. Wo es billige Kohle gab, konnte man in großen Hochöfen günstig Eisen gewinnen und Stahl herstellen. Hier lohnte sich die Produktion von Dampfmaschinen, die ihrerseits dabei halfen, die Kohle noch effektiver aus dem Boden zu holen. Die industrielle Revolution begann also nicht etwa mit der Dampfmaschi-

ne, sondern mit dem Dreiklang Kohle, Stahl und Dampf. Nicht allein die Dampfmaschine, sondern ihr wirtschaftlicher Betrieb mit billiger Steinkohle brachte den Durchbruch der industriellen Revolution.[105]

Bis heute braucht die Wirtschaft nicht nur *genügend* Energie, sondern vor allem *billige* Energie. Zu Beginn der industriellen Revolution spielte die Kohle die wichtigste Rolle, Anfang des 20. Jahrhunderts war es das Stadtgas, heute ist es unstrittig der elektrische Strom. Im Jahr 2010 verbrauchte jeder Deutsche durchschnittlich elektrischen Strom im Gegenwert der Arbeitsleistung von 60 Menschen.[106] Etwa ein Viertel nutzt er privat, den Rest benötigen der öffentliche Sektor und die Industrie. Ein Vier-Personen-Haushalt im alten Rom müsste also 60 Sklaven beschäftigen, wenn der Besitzer eine vergleichbare Arbeitsleistung nutzen wollte. Weitere 180 Sklaven hielten öffentliches Leben und Industrie im Gang. Wollten wir also – wie vor zweitausend Jahren – unseren Lebensstandard mit menschlicher Arbeitskraft aufrechterhalten, müssten allein in Deutschland 4,8 Milliarden Menschen tätig sein! Und damit haben wir nur den Stromverbrauch berücksichtigt. Wenn wir Benzin, Heizöl und Erdgas dazu addieren, kommen wir auf einen geradezu absurden Wert. Alle Menschen und alle Pferde der Welt könnten nicht die Arbeitsleistung erbringen, die allein Deutschland für Strom, Heizung und Mobilität verbraucht. Diese Zahlen sollen deutlich machen, welche Größenordnung das Problem erreicht hat. Strom ist der Lebenssaft der modernen Gesellschaft. Deshalb werden die meisten Staaten alles tun, um die Kosten dafür niedrig zu halten. In Bulgarien stürzte Anfang 2013 die Regierung nach Protesten gegen zu hohe Strompreise.[107]

Weil die meiste Energie derzeit aus der Verbrennung von Kohle, Öl oder Gas erzeugt wird, steigt der CO_2-Gehalt der Luft ungebremst an. Deutschland hat einen Sonderweg eingeschlagen und nimmt extrem hohe Strompreise in Kauf, um die Stromerzeugung vollständig auf erneuerbare Energien umzustellen. Das Umweltbundesamt schrieb dazu im Jahr 2010: „Die Kosten sind geringer als die Kosten, die bei einem ungebremsten Klimawandel auf uns und künftige Generationen zukommen würden.“[108]

Leider verschweigen die Autoren, dass der deutsche Ansatz die Kosten eines ungebremsten Klimawandels nur vermeiden würde, wenn alle Industrie- und Schwellenländer mitzögen. Gerade die größten CO_2-Sünder China und die USA lehnen das aber ausdrücklich ab. So haben wir in Deutschland die einmalige Situation, gleichzeitig die Kosten für den ungebremsten Klimawandel und für dessen Vermeidung zu tragen. Kein anderer Staat der Welt hat bisher versucht, dem abschreckenden deutschen Modell nachzueifern. Niemand außer uns will riskieren, seine Wirtschaft nachhaltig zu ruinieren, indem er den Strom unbezahlbar teuer macht. Richtig wäre es stattdessen, nach Verfahren zu suchen, die billigen Strom ohne CO_2-Ausstoß liefern. Dafür gibt es durchaus Ansätze.

In vielen Ländern wird diskutiert, wie man Solarenergiekraftwerke in der Erdumlaufbahn errichten kann.[109] Sie würden nicht nur am Tag, sondern rund um die Uhr Strom liefern. Die Energie würde drahtlos per Mikrowelle zur Erde geschickt. Die Kraftwerke könnten dabei verschiedene Empfängerstationen überall auf der Welt beliefern. Seit etwa 2010 fallen die Preise für die Beförderung von Lasten in die Erdumlaufbahn deutlich und werden

bald ein Niveau erreichen, bei dem ein solches Kraftwerk wirtschaftlich sinnvoll wird. Im Mai 2013 gab in der Wikipedia in fünfzehn Sprachen Artikel zum Thema „Solarkraftwerke im Weltraum“, nicht jedoch in Deutsch.[110] Dabei ist die Gemeinde der Wikipedia-Autoren in Deutschland eigentlich sehr aktiv: Die Enzyklopädie umfasst mehr als 1,5 Millionen Artikel. In Deutschland ist dieses Thema zur Zeit also offenbar nicht aktuell.

Die Kernfusion steht weiter im Raum, allerdings ist nach wie vor unklar, ob und wann sie kommen wird. Neben dem internationalen Projekt ITER im französischen Cadarache gibt es den Experimentalreaktor Wendelstein 7-x in Rostock sowie nationale Projekte in den USA, China und Südkorea. Vor 2040 wird allerdings kein Fusionsreaktor Strom liefern können.

Neue Kernspaltungsreaktoren sind in Deutschland kein Thema, aber beispielsweise in den USA und China forschen mehrere Gruppen an Konzepten, die weniger radioaktiven Abfall erzeugen sollen und sicherer sind. Ein Beispiel ist der Flüssigsalzreaktor, der so konzipiert ist, dass er bei einem Unfall von selbst erlischt.[111]

Ohne preiswerte Energie ist die Informationsgesellschaft nicht lebensfähig. Deshalb ist es unrealistisch, auf eine klimaverträgliche, aber unbezahlbare Stromerzeugung umstellen zu wollen. Mit Wunschdenken erreicht man nichts. Jede darauf beruhende Politik wird notwendigerweise scheitern.

Vorschlag 3

Mehrere Weltregionen müssen unabhängig voneinander in der Lage sein, das Internet zu erhalten und auszubauen. Sie müssen das Know-how und die Anlagen vorhalten, alle Komponenten notfalls selbst herzustellen.

Das Internet hat die Welt zu einem gemeinsamen Marktplatz gemacht. Weil der Schiffstransport nur noch Cent-Beträge pro Kilogramm Fracht kostet, wird Europa mit T-Shirts aus Bangladesch und Laptops aus China versorgt. Dafür kaufen reiche Chinesen gerne deutsche Autos mit Stern oder vier Ringen. Mit wenigen Klicks und E-Mails kann sich jeder Kunde und Händler in der ganzen Welt nach günstigen Angeboten umsehen.

Aber die Welt ist nicht nur ein gemeinsamer Markt geworden, auch die Menschen rücken enger zusammen. Immer mehr Facebook-Nutzer haben Freunde aus aller Welt, mit denen sie sich austauschen. Bestand die Welt noch vor fünfzig Jahren aus mehreren Kulturen, die untereinander wenig Berührungspunkte hatten, so verschmilzt für die heranwachsende Generation die Welt zu einer einzigen virtuellen Kultur. Wie alle Kulturen entwickelt auch die Internetkultur eine immer stärkere Arbeitsteilung. Schon vor viertausend Jahren, in den frühesten Städten des Zweistromlandes, gab es die Straßen der Schmiede, Schlachter oder Töpfer. In der Zeit des Römischen Kaiserreichs stellten einige wenige Werkstätten kunstvolle Glasgefäße für das ganze Reichsgebiet her.

Heute konzentriert sich die Herstellung von Hightech-Produkten an wenigen Orten der Welt. Die metallischen Rohstoffe für Computer, Smartphones und ihre Bestand-

teile stammen aus aller Welt. Nicht einmal Russland, Kanada, die USA oder China als die größten Flächenstaaten der Welt besitzen ausreichende Vorkommen aller wichtigen Elemente. Apple könnte seine iPads und iPhones in den USA nicht annähernd so günstig fertigen lassen wie in den riesigen monotonen Fabrikhallen des Zulieferers Foxconn in China. Auch die Datencenter, das Gedächtnis des Internets, sind nur dort platziert, wo Strom zuverlässig und billig zur Verfügung steht. Die weltweite Internetwirtschaft ist zu einem einzigen riesigen Wesen verschmolzen, das seine lebenswichtigen Organe über die ganze Welt verteilt hat. Wenn man es zerteilt, wird es sterben.

Wenn wir keine Vorsorge treffen, wird ein einziger mehrjähriger Zusammenbruch des Welthandels bereits das endgültige Ende der Informationsgesellschaft einläuten.

Vorschlag 4

Wir brauchen wieder eine Herausforderung für die Menschheit. Das Sonnensystem steht uns offen. Es wird Zeit, dass wir uns auf den Weg machen. Wenn die Zukunft nur noch zum Fürchten ist, wird die Menschheit erst erstarren und dann aussterben.

„Eine Gesellschaft, die sich zufriedengibt mit dem, was ist, deren Lebensziel Verhinderung von Abstieg ist, verliert die Kraft zum Fortschritt. Sie erschöpft sich in der Abwehr der scheinbar tristen Zukunft.“[112] (Franz Müntefering)

Unsere Gesellschaft leidet an einem Fehlen von großen Zielen. Die Zukunft hält keine Versprechen mehr bereit, sondern birgt Bedrohungen. Es gibt keine lebenslangen

Karrieren mehr, die Menschen haben nur noch Arbeit für jeweils wenige Jahre oder Monate. Nach einer internationalen Umfrage der Boston Consulting Group aus dem Jahr 2012 glauben nur noch 13 Prozent der Deutschen, dass es ihre Kinder einmal besser haben werden, in China dagegen erwarten das 83 Prozent.[113]

Die verbreitete Zukunftsangst in Deutschland beruht auf zwei Faktoren. Zum einen spiegelt sie die Furcht vor einer immer undurchschaubarer werdenden Welt wider. Die Informationsflut, der wir täglich ausgesetzt sind, verunsichert die Menschen. Die Nachrichten widersprechen sich, es wird immer schwerer, Richtiges und Falsches sicher auseinanderzuhalten. Kirchen, Politiker und Wirtschaftsführer haben als moralische Instanzen abgewirtschaftet, sie geben keinen Halt mehr. Ständig neue Skandale haben die meisten Menschen inzwischen davon überzeugt, dass Staats- und Wirtschaftsführer keine besseren Menschen sind. Auf der anderen Seite haben wir die meisten materiellen Bedürfnisse erfüllen können. Wir leben in der besten aller denkbaren Zeiten, wie soll es da noch besser werden? Viele Chinesen dagegen haben erlebt, wie schnell sich der westliche Lebensstandard in ihrem Land ausbreitet, und erwarten deshalb, dass ihre Kinder daran teilhaben werden. Aber wie werden sie in 30 Jahren denken, wenn dieses Ziel erreicht ist?

Vielen Menschen macht die moderne Computertechnologie auch eher Angst als Freude. Auf den Computern, Tablets und Smartphones tummeln sich Tausende von Programmen. Wer soll da noch wissen, ob eines oder mehrere von Kriminellen gekapert oder eingeschleust wurde? Abgesehen davon könnte der Staat bald unser aller Leben vollständig kontrollieren, indem er einfach ständig mithört.

Vielleicht werden Computer auch bald die Menschen als intelligenteste Spezies des Planeten ablösen. Die EU hat Anfang 2013 eine Milliarde Euro an das „Human Brain Project" des südafrikanischen Wissenschaftlers Henry Markram vergeben. Es verspricht, binnen zehn Jahren das menschliche Gehirn im Computer so genau nachzubilden, dass man neue Erkenntnisse über Geisteskrankheiten oder die Wirkung von Psychopharmaka gewinnen kann. Wenn es einmal so weit ist, wäre es zu einer übermenschlichen Intelligenz kein weiter Schritt mehr. Der Mathematiker und Science-Fiction-Autor Vernor Vinge sieht damit das Ende der Menschheit eingeläutet. Auf dem „Vision 21 Symposion" im Jahre 1993 erklärte er: „Innerhalb von dreißig Jahren werden wir die technischen Mittel haben, um eine übermenschliche Intelligenz zu erschaffen. Kurz danach wird das Zeitalter der Menschen enden." Fast sieht es so aus, als ob Markram angetreten wäre, Vinges Prophezeiung in die Wirklichkeit umzusetzen. Auch der Computerpionier Ray Kurzweil erwartet einen Umbruch, wenn die Computer menschliche Intelligenz erreichen. Er glaubt, dass eine *technologische Singularität* eintreten werde, wenn der immer schneller werdende technische Fortschritt zu einem Bruch in der Geschichte der Menschheit führt. Die Menschen werden dann unsterblich, weil sie in Maschinenkörper umziehen können. 2030 oder 2035 soll es so weit sein. In der Zwischenzeit hält sich der 1948 geborene Kurzweil mit einem umfangreichen Programm von Pillen, Diäten und Übungen so fit wie möglich. Es wäre doch zu ärgerlich, die Unsterblichkeit um wenige Jahre zu verpassen. Bei allem Optimismus sieht aber auch Kurzweil keine Möglichkeit, über die Singularität hinaus zu planen.

Warum sollte man sich so profanen Dingen wie der Erhaltung der Infrastruktur widmen, wenn man sowieso auf einem Vulkan tanzt, der bald auszubrechen droht? Oder wenn man bald das ewige Leben gewinnt?

Wohin soll sich die Menschheit bewegen? Wollen wir bis 2100 die gesamte Menschheit auf unseren Lebensstil hieven? Das wird nicht ganz einfach. Nach den Prognosen der UNO wird sich die ärmste Bevölkerung des Planeten am stärksten vermehren. Außerdem ist der ökologische Fußabdruck, der den Verbrauch von nachwachsenden Ressourcen misst, bereits jetzt so groß, dass wir die Ressourcen von zwei Erden verbrauchen. Und selbst wenn es gelänge, ein Paradies für alle zu schaffen: Wie öde wäre es, ohne wirkliche Aufgabe in einer wohlgepflegten Gartenwelt zu leben, von geduldigen Robotern liebevoll umsorgt bis zum kerngesunden Tod im hohen Alter!

Aber dazu wird es ohnehin nicht kommen. Unsere Wirtschaftssystem kann nur bei dauerhaftem Wachstum funktionieren. Also wird es irgendwann zusammenbrechen müssen. Bis dahin müssen wir dafür sorgen, dass die Menschheit genügend Reserven hat, um sich davon zu erholen. Und wir brauchen wieder ein großes Ziel, sonst wird die Zukunft ein sinnloser und vergeblicher Kampf um die Erhaltung des Status quo. Die Erde ist erobert, deshalb führt unser Weg in den Weltraum. Errichten wir Solarkraftwerke in der Umlaufbahn! Bauen wir Kolonien auf dem Mond! An den Polen des Mondes, in den dunklen Böden uralter Krater, liegen Milliarden Tonnen Wasser versteckt, dort können wir anfangen. Besiedeln wir den Mars! Errichten wir Bergwerke auf metallischen Asteroiden! Verlassen wir

das Sonnensystem! In der Milchstraße gibt es mehrere Milliarden Planeten, Hunderttausende davon sind bewohnbar.

„Wir müssen aufbrechen", überschrieb Buzz Aldrin, der zweite Mensch auf dem Mond, im Jahre 2012 seinen Artikel in der Zeitschrift *Technology Review*. Er schrieb weiter: „Die Weltbevölkerung … verbraucht rasant die begrenzten Ressourcen unseres Planeten. Zugleich verursachen wir Umweltprobleme, die unsere Überlebensfähigkeit auf der Erde beeinträchtigen. Wir haben jetzt ganz klar die Wahl: Wollen wir um die schwindenden Ressourcen des geschlossenen Systems Erde konkurrieren – oder zusammenarbeiten, um die unbegrenzten Ressourcen des Weltraums zu erschließen?"[114]

10
Fazit

Das Internet symbolisiert das Zusammenwachsen der Welt. Es erlaubt Milliarden Menschen die Teilhabe am Weltwissen, am größten Schatz der Informationsgesellschaft. Wir haben direkte Verbindung zu anderen Menschen auf jedem Kontinent. Soziale Netze umspannen die Welt. Nachrichten, Bilder und Filme bringen uns andere Kulturen nahe. Aber diese Errungenschaften, so selbstverständlich sie uns erscheinen, bekommen wir nicht umsonst. Das Internet, seine Angebote und seine Zugänge kosten Arbeit, verbrauchen Energie, müssen gewartet, erhalten, modernisiert und ausgebaut werden. Computer und Kommunikationseinrichtungen werden bis 2020 etwa zehn Prozent der gesamten Stromproduktion verbrauchen. Darin ist die Energie für die Gewinnung der Rohstoffe, den Bau der Komponenten und den Transport noch nicht enthalten.

Nur wenn wir uns darüber klar werden, dass Internet und Informationsgesellschaft aktiv erhalten und ausgebaut werden müssen, kann unsere Lebensweise die nächsten fünfzig Jahre überstehen. Es wird Rückschläge geben, Krisen, vielleicht sogar weltweite Kriege. Wenn wir nicht wollen, dass die schnelllebigen Komponenten des Internets dabei unwi-

T. Grüter, *Offline!,* DOI 10.1007/978-3-642-37737-2_10,

derruflich zerfallen, müssen wir uns Gedanken über ihre Sicherung machen. Es hat keinen Sinn, die Warnzeichen zu ignorieren und voller Optimismus darauf zu hoffen, dass Innovationen uns rechtzeitig retten werden. Wir sind dann in der Lage eines Menschen, der ohne einen Cent in der Tasche in einem Restaurant Austern bestellt und hofft, in einer davon eine Perle zu finden, mit der er bezahlen kann.[1]

Und wir brauchen wieder ein Ziel, eine große Herausforderung, ein unbekanntes Land, das es zu erobern gilt. In den nächsten 30 bis 40 Jahren können wir die Weichen für die Eroberung des Weltraums stellen, danach schließt sich das Fenster und wir sind gescheitert.

[1] Die wunderschöne Metapher stammt aus dem dystopischen Science-Fiction-Roman „Der letzte Tag der Schöpfung“ von Wolfgang Jeschke.

Anmerkungen

1. http://www.ceet.unimelb.edu.au/pdfs/ceet_white_paper_wireless_cloud.pdf
2. http://www.radiobremen.de/politik/themen/politikwirtschaftueberschuldung100.html
3. IMFO-Institut für Mobilitätsforschung, 2011
4. http://www.businesswire.com/news/home/20120404006331/en/Strategy-Analytics-Quarter-Households-Worldwide-Wireless-Home
5. http://www.golem.de/news/drahtloses-internet-fcc-will-oeffentliches-wlan-in-den-usa-1302-97387.html
6. Fischermann und Hamann, S. 125
7. http://www.heise.de/newsticker/meldung/Facebook-Eine-starke-Maschine-zum-Geldverdienen-bauen-1854240.html
8. http://www.zeit.de/2012/38/Infografik-Facebook
9. Stadtwerke Münster, 2012
10. http://www.youtube.com/watch?v=slFZ8K2aBoY
11. BITKOM: Jugend 2.0, 2011
12. http://www.geocaching-sh.de/2009/01/23/wenn-der-kampfmittelraeumdienst-geocaches-findet/
13. http://www.idowa.de/home/artikel/2012/09/12/auf-der-suche-nach-dem-geheimen-schatz.html
14. BITKOM: Netzgesellschaft 2011

T. Grüter, *Offline!,* DOI 10.1007/978-3-642-37737-2,

15. http://www.friendsofthesupergrid.eu/about-us-friends.aspx
16. http://www.golem.de/news/eu-supergrid-elektrisches-netz-fuer-100-prozent-erneuerbare-energien-1206-92245.html
17. http://www.teamviewer.com/de/press/20120726.aspx
18. http://www.wired.com/wiredenterprise/2012/03/amazon-ec2/
19. http://www.focus.de/panorama/vermischtes/thailand-lage-nach-hochwasser-in-bangkok-weiter-angespannt_aid_680603.html
20. http://www.heise.de/newsticker/meldung/Thailand-Flut-Festplattenhersteller-senken-Lieferprognosen-1383027.html
21. http://www.handelsblatt.com/unternehmen/handel-dienstleister/globale-lieferketten-nordkorea-gefaehrdet-das-globale-getriebe/8018064.html
22. http://www.greenpeace-magazin.de/tagesthemen/einzelansicht/artikel/2013/04/05/konflikt-mit-nordkorea-laesst-in-suedkoreas-wirtschaft-sorgen-wachsen/
23. http://www.heise.de/newsticker/meldung/Intel-arbeitet-an-10-7-und-5-Nanometer-Fertigungstechnik-1574891.html
24. http://www.heise.de/newsticker/meldung/Globalfoundries-konzipiert-10-Milliarden-Fab-fuer-450-Millimeter-Wafer-1794092.html
25. http://www.reuters.com/article/2010/03/29/us-windenergy-market-consultant-idUSTRE62S 12620100329
26. http://www.photon.de/presse/grafiken.htm
27. http://de.wikipedia.org/wiki/Intel-Core-i-Serie#cite_note-CB_2-20
28. Moore 1965
29. http://spectrum.ieee.org/semiconductors/materials/5-commandments/2
30. Binswanger 2008
31. Diamond 2005, S. 504 f.
32. Zum Vergleich: Die Universitätsbibliothek Münster besitzt etwa sechs Millionen Bände wissenschaftliche Literatur, die US-Kon-

gressbibliothek in Washington lagert mehr als 34 Millionen Bücher, 66 Millionen Manuskripte und fünf Millionen Landkarten.

33. http://www.stibi.ch/site/content.asp?typ=Aktuell&art=bt&lang=DE
34. Ein Byte ist die Bezeichnung für acht Bit. Ein Bit ist die kleinste digitale Einheit, sie beschreibt nur die Alternative zwischen zwei möglichen Zuständen, wie 1 oder 0, an oder aus, schwarz oder weiß. Mit acht Bit lassen sich $2^8 = 256$ verschiedene Zustände oder Zeichen codieren. Das reicht für alle Buchstaben des Alphabets, die Zahlen von Null bis Neun, diverse sprachspezifische Sonderzeichen, Satzzeichen aller Art, diverse Symbole und Blockgrafikzeichen. Deshalb verwendet man Byte gerne zur Angabe von Speichergrößen. Die Vorsilbe Kilo steht für Tausend, Mega für Million, Giga für Milliarde.
35. http://www.info.sciverse.com/scopus/scopus-in-detail/facts/
36. Nestor-Forschungsdaten 2012, S. 287
37. http://www.nytimes.com/1990/03/20/science/lost-on-earth-wealth-of-data-found-in-space.html?pagewanted=print&src=pm
38. http://www.reuters.com/article/2009/07/16/us-nasa-tapes-idUSTRE56F5MK20090716
39. http://www.archiveteam.org/index.php?title=Geocities
40. http://archive.org/web/geocities.php
41. http://www.ndr.de/fernsehen/epg/epg1157_sid-1300305.html
42. http://www.tagesspiegel.de/wissen/digitate-daten-kurze-ewigkeit/1653138.html
43. http://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2013/01/2013-01-15-demografie-bevoelkerungswachstum.html
44. http://www.wired.com/wired/archive/5.02/ffsimon_pr.html
45. http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-81302990.html
46. http://www.zeit.de/2012/48/Die-Grenzen-des-Wachstums-Wirtschaft-Prognosen
47. Turner 2008

48. http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/wirtschaftswissen/wirtschaftswachstum-die-grenzen-der-wachstumskritik-11906008.html
49. http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm
50. Weizsäcker 2002
51. Version vom 30.11.2012
52. http://www.scilogs.de/wblogs/blog/fischblog/klima-und-umwelt/2012-11-28/dennis-l-meadows-die-grenzen-des-wachstums-2012-und-die-systemfrage
53. http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/files/docs/report-b_en.pdf
54. Binswanger 2008
55. http://www.zukunftsinstitut.de/verlag/studien_detail.php?nr=106
56. http://www.dni.gov/index.php/about/organization/national-intelligence-council-global-trends
57. http://www.zukunftsinstitut.de/ueberuns.php
58. http://www.bdew.de/internet.nsf/id/C125783000558-C9FC125766C00030471/$file/Erdgasbezugsquellen%20 2011_08Aug2012_o_jaehrlich_Ki.pdf
59. Andruleit 2011
60. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung 2011
61. http://www.spiegel.de/politik/ausland/juncker-spricht-von-kriegsgefahr-in-europa-a-887923.html
62. Diamond 1987
63. http://www.berlin-institut.org/fileadmin/user_upload/Studien/warum_entstehen_Kriege.pdf
64. http://www.sueddeutsche.de/wissen/abtreibungen-bei-falschem-geschlecht-der-moerderische-makel-ein-maedchen-zu-sein-1.1562673
65. United States Department of Defense (2010), S. iii
66. http://hiik.de/de/presse/pdf/Pressemitteilung_2012.pdf
67. Rinke und Schwägerl 2012

68. http://www.spiegel.de/politik/ausland/japan-und-taiwan-liefern-sich-seegefecht-mit-wasserwerfern-a-857725.html
69. http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/eurosatory-waffenkonzerne-ruesten-fuer-den-krieg-der-zukunft/6737416.html
70. http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-90048993.html
71. http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-90750444.html
72. http://www.washingtontimes.com/news/2012/jul/18/inside-ring-north-korean-emp/http://www.wnd.com/2013/01/north-korea-emp-attack-could-destroy-u-s-right-now/
73. http://www.livinginternet.com/i/ii_arpanet.htm
74. http://www.nytimes.com/2007/05/29/technology/29estonia.html
75. http://www.spiegel.de/politik/ausland/konflikt-um-sowjet-ehrenmal-streit-zwischen-estland-und-russland-eskaliert-a-480442.html
76. http://www.spiegel.de/netzwelt/web/verizon-datensicherheits-report-spione-in-china-a-896051.htm
77. http://www.heise.de/security/meldung/Chinesische-Spionage-Software-infiltriert-Rechner-tibetischer-Exil-Regierung-Update-210074.html
78. http://www.heise.de/security/meldung/Coca-Cola-wurde-gehackt-und-schweigt-1744493.html
79. http://www.spiegel.de/netzwelt/netzpolitik/spionage-chinesische-hacker-zapften-us-handelskammer-an-a-805052.html
80. http://www.heise.de/security/meldung/PCs-des-franzoesischen-Finanzministeriums-mit-Spionagesoftware-infiziert-1203080.html
81. http://www.csmonitor.com/Environment/2013/0227/Exclusive-Cyberattack-leaves-natural-gas-pipelines-vulnerable-to-sabotage?nav=87-frontpage-entryLeadStory
82. http://online.wsj.com/article/SB10001424127887323926104578276202952260718.html

83. http://intelreport.mandiant.com/Mandiant_APT1_Report.pdf
84. Kuhn 2005
85. http://www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/analyse-zu-china-das-braucht-die-chinesische-wirtschaft-a-888099.html
86. Lagi et al. 2011
87. Es steht außer Frage, dass in Ägypten, Tunesien und Libyen die Unbeweglichkeit der repressiven und korrupten Regime die Unruhen gefördert hat. Gerade die jugendlichen Demonstranten in den großen Städten wollten eine echte Demokratie. Im weiteren Verlauf der Revolution zeigte sich allerdings, dass sie keine Mehrheit der Bevölkerung überzeugen konnten. In Ägypten versprachen religiöse Parteien eine Verbesserung der wirtschaftlichen Situation und erhielten dafür eine Mehrheit bei den Wahlen. Sie konnten ihre Versprechen aber nicht halten. Das Militär hat sie daraufhin gestürzt und wieder die Macht übernommen. Bisher steht die Demokratie in Ägypten offenbar auf keinem sicheren Fundament.
88. http://www.eu-china.net/web/cms/upload/pdf/materialien/eu-china_2010_landwirtschaft_in_china.pdf
89. Petermann et al. 2011
90. http://www.heise.de/newsticker/meldung/CAST-diskutiert-strukturelle-Defizite-kritischer-Infrastrukturen-1728627.html
91. http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=short-circuiting-civilization
92. Hattenbach 2013
93. Ward-Perkins 2005
94. http://www.n-tv.de/auto/Google-Roboter-Auto-faehrt-allein-article7329771.html
95. http://www.forbes.com/sites/joannmuller/2012/09/26/with-driverless-cars-once-again-it-is-california-leading-the-way/
96. http://www.welt.de/wirtschaft/article109473825/Selbstlenkendes-Auto-kommt-schneller-als-man-denkt.html

97. Wüst 2013
98. National Security Council, USA 2008
99. http://www.wired.com/wiredenterprise/2012/10/google-data-center-secrets/
100. http://www.focus.de/finanzen/banken/kreditkarten-news/kreditkarten-kreditkarte-wird-pflicht-schweden-schafft-bargeld-ab_aid_929345.html
101. http://www.babson.edu/News-Events/babson-news/Pages/111109OnLineLearningStudy.aspx
102. http://www.nytimes.com/2012/11/04/education/edlife/massive-open-online-courses-are-multiplying-at-a-rapid-pace.html
103. http://www.aerztezeitung.de/praxis_wirtschaft/telemedizin/article/829307/doktor-20-eigener-verband-internetmedizin.html
104. http://www.mpg.de/4669815/der_virtuelle_Patient
105. Radkau 2008, S. 30 ff.
106. http://www.buerger-fuer-technik.de/body_wieviel_energie_braucht_der_me.html
107. http://www.zeit.de/politik/ausland/2013-02/Bulgarien-Protest-Strom-Finanzminister
108. Umweltbundesamt 2010, S. 4
109. http://www.space.com/15189-solar-power-beaming-satellite.html
110. http://en.wikipedia.org/wiki/Space-based_solar_power
111. http://www.heise.de/tr/artikel/Die-naechste-Reaktor-Vision-1823246.html
112. Franz Müntefering, 2009
113. http://www.welt.de/print/die_welt/wirtschaft/article106490385/Nur-jeder-Zehnte-glaubt-an-ein-besseres-Leben-fuer-seine-Kinder.html
114. http://www.heise.de/tr/artikel/Wir-muessen-aufbrechen-1740514.html

Literatur

A

Andruleit H et al. (2011) DERA Rohstoffinformationen (15). Deutsche Rohstoffagentur, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. Energiestudie 2012. Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Produkte/energiestudie2012_node.html. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

B

Baertsch M et al. (2011) Netzgesellschaft. Eine repräsentative Untersuchung zur Mediennutzung und dem Informationsverhalten der Gesellschaft in Deutschland. BITKOM Bundesverband Informationswirtschaft Telekommunikation und neue Medien e. V. http://www.bitkom.org/de/markt_statistik/64026_68888.aspx. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Bai ZG et al. (2008) Global assessment of land degradation and improvement. 1. Identification by remote sensing. Report 2008/01, ISRIC – World Soil, Information, Wageningen http://www.isric.nl/ISRIC/webdocs/docs/report%202008_01_glada%20international_rev_nov%202008.pdf. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

T. Grüter, *Offline!,* DOI 10.1007/978-3-642-37737-2,

Becker C (2009) Systematic planning for digital preservation: evaluating potential strategies and building preservation plans. Int J Digit Libr 10(4): 133–157

Behringer W (2007) Kulturgeschichte des Klimas. Verlag CH Beck, München

Berger PL, Luckmann T (2012) Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit. Fischer Taschenbuch Verlag, Frankfurt

Binswanger HC (2008) Wachstumszwang und Nachhaltigkeit – die Feststellung des Konflikts als Voraussetzung seiner Lösung. Vortrag im Rahmen der Ringvorlesung zur Postwachstumsökonomie an der Carl von Ossietzky-Universität Oldenburg, 12.11.2008

BITKOM – Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. (Hrsg) (2011) Jugend 2.0. Eine repräsentative Untersuchung zum Internetverhalten von 10- bis 18-Jährigen. Berlin

BITKOM – Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V.(Hrsg) (2011) Netzgesellschaft. Eine repräsentative Untersuchung zur Mediennutzung und dem Informationsverhalten der Gesellschaft in Deutschland. Berlin

Blakeslee S (1990) Lost on Earth: Wealth of Data Found in Space. The New York Times, 20.03.1990 http://www.nytimes.com/1990/03/20/science/lost-on-earth-wealth-of-data-found-in-space.html?pagewanted=all&src=pm. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Boll R et al. (2012) Bundesnetzagentur. Jahresbericht 2011 http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Presse/Berichte/berichte_node.html. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Briffa KR et al. (1998) Influence of Volcanic Eruptions on Northern Hemisphere Summer Temperature over the Past 600 Years. Nature 393 (June): 450–456

Brown JH et al. (2011) Energetic Limits to Economic Growth. BioScience 61(1):19–26

Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik BSI (2011) Die Lage der IT-Sicherheit in Deutschland 2011 https://www.bsi.bund.de/ContentBSI/Publikationen/Lageberichte/bsi-lageberichte.html
Bundesamt für Statistik (2011) Statistisches Jahrbuch, Informationsgesellschaft, Kapitel 5: 114–125; Kapitel A1–25: 671–737 https://www.destatis.de/DE/Publikationen/StatistischesJahrbuch/StatistischesJahrbuch2011.pdf?__blob=publicationFile. Zugegriffen: 22. Jan. 2013
Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung BIB (2012) Mitteilungen, Bevölkerungsforschung 33. Jahrgang http://www.bib-demografie.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Download/Bevoelkerungsforschung_Aktuell/bev_aktuell_0612.pdf?__blob=publicationFile&v=3. Zugegriffen: 22. Jan. 2013
Bundesministerium des Inneren (2011) Cyber-Sicherheitsstrategie für Deutschland. Referat IT3 Bundesministerium des Inneren http://www.bmi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Themen/OED_Verwaltung/Informationsgesellschaft/cyber.pdf;jsessionid=80368F5B6C0CC87994EE7D5DAB0F7E8D.2_cid239?__blob=publicationFile. Zugegriffen: 22. Jan. 2013
Bundesnetzagentur (2006) Untersuchungsbericht über die Versorgungsstörungen im Netzgebiet des RWE im Münsterland vom 25.11.2005 http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1911/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetGas/Sonderthemen/VersorgungsstoerungMuensterland2005/VersorgungsstoerungMuensterlanBasepage.html. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

C

Chantauw C, Loy J (2007) Schneechaos im Münsterland in Bildern und Berichten. Aschendorff Verlag, Münster
Castells M (2000) Toward a Sociology of the Network Society. Contemporary Sociology 29(5): 693–699

Castells M (2000) The Rise of the Network Society. In: The New Economy. 2. Auflage, Blackwell Publishers, Oxford, 101–147

Clake R, Knake K (2010) Cyber War. Harper Collins Publisher, New York

Clarke AC (1969) Im höchsten Grade phantastisch. Fischer Bücherei

Clay J (2011) Freeze the footprint of food. Jason Clay identifies eight steps that, taken together, could enable farming to feed 10 billion people and keep Earth habitable. Nature 475: 287–290

Cole JI et al. (2012) World Internet Project. International Report. 3. Auflage, 2012 www.worldinternetproject.net (22.01.2013)

D

Dabringer G (2011) Unbemannte Systeme und die Zukunft der Kriegsführung. Militärische Kulturen: 187–197 http://www.bmlv.gv.at/wissen-forschung/publikationen/beitrag.php?id=2131

De Bond (2000) New thinking for the new Millenium. Penguin Books Hamondswerth, England

Dekker M, Karsberg C (2012) Annual Incident Reports 2011. Analysis of Article 13a incident reports of 2011. ENISA, European Network and Information Security Agency http://www.preventionweb.net/english/professional/publications/v.php?id=29179. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

De Solla Price DJ (1974) Gears from the Greeks. The Antikythera Mechanism: A Calendar Computer from ca. 80 B.C. Transactions of the American Philosophical Society, New Series, 64(7): 1–71

Deutsches Rundfunk Archiv (2012) Bestände, Dokumentationen, Daten http://www.dra.de/bestaende/index.html. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Deutschländer T, Wichura B (2005) Das Münsterländer Schneechaos am 1. Adventswochenende 2005. Klimastatusbericht 2005, DWD: 163–168

Diamond J (1987) The Worst Mistake In The History Of The Human Race. Discover May: 64–66 http://discovermagazine.com/1987/may/02-the-worst-mistake-in-the-history-of-the-human-race#.UP6kTZGYP8s. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Diamond J (2006) Der dritte Schimpanse. Evolution und Zukunft des Menschen. Fischer Taschenbuch Verlag, Frankfurt

Diamond J (2005) Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed. Penguin, New York

Digital Preservation Coalition (2008) Preservation Management of Digital Materials: The Handbook http://www.dpconline.org/publications/digital-preservation-handbook. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Dolgonosov BM (2010) On the Reasons of Hyperbolic Growth in the Biological and Human World Systems. Ecological Modelling 221(13–14): 1702–1709

Drutschmann D (2012) Googles verzerrtes Weltbild. Der Tagesspiegel, 15.09.2012 http://www.tagesspiegel.de/medien/digitale-welt/suchmaschinen-googles-verzerrtes-weltbild/7136304.html. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

DVGW Technologie- Report Nr. 4/08 (2008) Kunststoffmaterialien in der Gas- und Wasserversorgung http://www.dvgw.de/angebote-leistungen/forschung/technologie-report/netzbetrieb/ausgabe-408/?key=1-5. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

E

Elsner H et al. (2010) Elektronikmetalle – zukünftig steigender Bedarf bei unzureichender Versorgungslage? Commodity Top News Nr. 33 BGR, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover http://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Commodity_Top_News/Rohstoffwirtschaft/33_elektronikmetalle.pdf?__blob=publicationFile&v=2. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Eltges M et al. (2006) Stadtumbau Ost. Anpassung der technischen Infrastruktur – Erkenntnisstand, Bewertung und offene Fragen. Werkstatt: Praxis Heft 41, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn http://www.bbsr.bund.de/nn_23486/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/WP/1998__2006/2006__Heft41.html. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

F

Fischermann T, Hamann G (2011) ZEITBOMBE Internet. Gütersloher Verlagshaus, Gütersloh

Ford B (2012) Icebergs in the Clouds: the Other Risks of Cloud Computing. 4Th UNIX Workshop of Hot Topics in Cloud Computing (HotCloud'12), June 12–13 http://bford.info/pub. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Freeth T et al. (2006) Decoding the ancient Greek astronomical calculator known as the Antikythera Mechanism. Nature 444: 587–591

Freeth T (2010) Die Entschlüsselung eines antiken Computers. Spektrum der Wissenschaft, Ausgabe Mai: 62–70

Fried J (2002) Die Aktualität des Mittelalters. Jan Thorbecke Verlag, Stuttgart

Friedman TL (2008) Die Welt ist flach. Suhrkamp Taschenbuch, Frankfurt

Frondel M et al. (2011) Teure Grünstrom-Euphorie: Die Kosten der Energiewende. Energiewirtschaftliche Tagesfragen 61(12): 20–38

G

Görl S et al. (2012) Langzeitarchivierung in der Praxis- ein nestor/DigCurV-School Event Bibliotheksdienst 46 (3/4): 253–260

Gont F (2008) CPNI Center for the Protection of National Infrastructure (2008) Security Assessment of the Internet Protocol.1–63
http://www.cpni.gov.uk

Grundmann R, Stehr N (2011) Die Macht der Erkenntnis. Suhrkamp Taschenbuch, Berlin

H

Hall CAS, Day JW jr. (2009) Revisiting the Limits to Growth After Peak Oil. American Scientist 97: 230–237
http://www.americanscientist.org/issues/id.6381/issue.aspx. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Hardin G (1998) The Feast of Malthus. Living within limits. The Social Contacts, Spring 1998: 181–187
http://www.lifesci.utexas.edu/courses/THOC/Hardin_1998.pdf. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Hare B (2003) Relationship between increases in global mean temperature and impacts on ecosystems, food production, water and socio-economic systems
http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/sondergutachten/sn2003/wbgu_sn2003_ex01.pdf. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Hattenbach J (2013) Gammablitz oder Megaflare – was geschah im Mittelalter? Sterne und Weltraum (4): 26–28

Heidelberger Institut (2011) Heidelberger Institut zählt 20 Kriege – die höchste Anzahl von Kriegen seit 1945, Pressemitteilung (23.02.2012) http://www.hiik.de/de/presse/pdf/Pressemitteilung_2012.pdf. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Heidenreich M (2003) Die Debatte um die Wissensgesellschaft. In: Böschen S, Schulz-Schaeffer I (Hrsg) Wissenschaft in der Wissensgesellschaft. Westdeutscher Verlag, Opladen, 1–25 http://www.sozialstruktur.uni-oldenburg.de/dokumente/wissensgesellschaft_2002.pdf. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Heinrich C, Drösser C (2012) Big Blue. Die Zeit, 15.09.2012, 39:170 http://www.zeit.de/2012/38/Infografik-Facebook. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Heinsohn G (2006) Söhne und Weltmacht. Orell Füssli Verlag, Zürich

Henn R et al. (2012) Jahresbericht 2011. Bundesnetzagentur http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/BNetzA/Presse/Berichte/2012/Jahresbericht2011pdf.pdf?__blob=publicationFile. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Hilbert M, López P (2011) The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information. Science 332: 60–65

Holmes R (2009) The Age of Wonder. Harper Press, London

Hjarvard S (2008) The Mediatization of Society. A Theory of the Media as Agents of Social and Cultural Change. Nordicom Review 29(2): 105–134

Hoßmann I et al. (2008) Die demografische Zukunft von Europa. Wie sich die Regionen verändern. Berlin Institut für Bevölkerung und Entwicklung, Kurzform des Buches bei dtv, München, August 2008

Hoyer M et al. (2011) Jugend 2.0. Eine repräsentative Untersuchung zum Internetverhalten von 10- bis 18-Jährigen. BITKOM Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V.: 1–43 http://www.bitkom.org/files/documents/bitkom_studie_jugend_2.0.pdf. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Hudson VM, Den Boer A (2002) A Surplus of Men, A Deficit of Peace. Security and Sex Ratios in Asia's Largest States. International Security 26(4): 5–38

Horx M (2011) Das Megatrend Prinzip. Deutsche Verlags Anstalt, München

I

IFMO Institut für Mobilitätsforschung (2011) Mobilität junger Menschen im Wandel – multimodaler und weiblicher http://www.ifmo.de/basif/pdf/publikationen/2011/ifmo2011_Mobilitaet_junger_Menschen.pdf. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

International Monteray Fund (2011) World Economic Outlook. April 2011, Tensions from the Two-Speed Recovery http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2011/01/pdf/text.pdf. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

International Monetary Fund (2011) Unemployment, Commodities and Capital Flow. World Economic and Financial Surveys http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2011/02/weodata/index.aspx. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

J

Jackson T (2009) Prosperity without growth? The transition to a sustainable economy, Earthscan, New York http://www.sd-commission.org.uk/data/files/publications/prosperity_without_growth_report.pdf. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

K

Kaldor M (2000) Neue und alte Kriege. Suhrkamp Verlag, Frankfurt

Küster T (1994) Geschichte der Stadt Münster. In: Jakobi F-J (Hrsg) Bd. 3, Aschendorffsche Verlagsbuchhandlung, Münster

Knab S et al. (2010) Smart Grid: The Central Nervous System for Power Supply. New Pradigms, New Challenges, New Services. Schriftenreihe Innovationszentrum Energie Nr. 2, Universitätsverlag der TU Berlin http://opus.kobv.de/tuberlin/volltexte/2010/2565/. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Kuhn J (2005) Der Schutz kritischer Infrastrukturen unter besonderer Berücksichtigung von kritischen Informationsinfrastrukturen. IFSH Institute for Peace Research and Security Policy at the University of Hamburg

Kupper P (2003) Weltuntergangs-Vision aus dem Computer. Zur Geschichte der Studie „Die Grenzen des Wachstums" von 1972. In: Hohensee J, Uekötter F (Hrsg) Wird Kassandra heiser? Beiträge zu einer Geschichte der falschen Öko-Alarme. Beihefte der Historischen Mitteilungen der Ranke-Gesellschaft, Franz Steiner Verlag, Stuttgart

Kutteroff A et al. (2010) JIM-Studie 2010. Jugend, Information, (Multi-) Media. Basisuntersuchung zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger. mpfs Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest: 1–68 http://www.mpfs.de/fileadmin/JIM-pdf10/JIM2010.pdf. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

L

Lagi M et al. (2011) The Food Crises and Political Instability in North Africa and the Middle East arXiv:1108.2455v1 [physics.soc-ph] 11 Aug 2011 http://necsi.edu/research/social/food_crises.pdf. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Larhart J et al. (2008) The Limits to Growth. Revive Malthusian Fears. The Wall Street Journal, 24.03.2008 http://online.wsj.com/article_print/SB120613138379155707.html. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Lenhart A et al. (2010) Social Media & Mobile Internet Use Among Teens and Young Adults http://www.pewinternet.org/~/media/Files/Reports/2010/PIP_Social_Media_and_Young_Adults_Report_Final_with_toplines.pdf. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Luks F (1999) Bis zum bösen Ende? Seit Jahrhunderten streiten Ökonomen darüber, ob der Kapitalismus auf Wachstum angewiesen ist. Zeit online, 29.12.1999 http://www.zeit.de/2000/01/Bis_zum_boesen_Ende. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Luther W, Bachmann G (2008) Bundesministerium für Bildung und Forschung. Nanopartikel – kleine Dinge, große Wirkung. Chancen und Risiken http://www.bmbf.de/pub/nanopartikel_kleine_dinge_grosse_wirkung.pdf. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

M

Marchant J (2010) Mechanical Inspiration. Nature 468: 496–499

Marchant J (2012) Return to Antikythera: what divers discovered in the deep. The Guardian (02.10.2012) http://www.guardian.co.uk/science/blog/2012/oct/02/return-antikythera-wreck-ancient-computer. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Markham H (2012) The Human Brain Project. A Report to European Commission http://www.humanbrainproject.eu/files/HBP_flagship.pdf. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

McDonough JP (2008) ‚Digital Dark Age' May Doom Some Data. Science Daily 29.10.2008 http://www.sciencedaily.com/releases/2008/10/081027174646.htm. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Mattews JA, Briffa KR (2005) ‚Little Ice Age': Re-Evaluation of an Evolving Concept. Geografiska Annaler. Series A, Physical Geography 87(1):17–36

Mavromati F, Itterhagen M (2012) Schwerpunkte 2012. Jahrespublikation des Umweltbundesamt http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/4213.html. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Meadows D, Randers J, Meadows D (2004) Limits to Growth. The 30-Year Update. Chelsea Green Publishing Company, White River Junction

Menski U, Gardemann M (2008) Auswirkungen des Ausfalls Kritischer Infrastrukturen auf den Ernährungssektor am Beispiel des Stromausfalls im Münsterland im Herbst 2005. Empirische Untersuchung im Auftrag der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). Notfallplanung und Zivilschutz (AKNZ) am 27. Februar 2008 https://www.fh-muenster.de/humanitaere-hilfe/forschungsprojekte/schneekatastrophe-muensterland.php. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Myles RA (2009) Warming caused by cumulative carbon emissions towards the trillionth tonne. Nature 458: 1163–1167

Moore G (1965) Cramming more components onto integrated circuits. Electronics 38(8): 114–117

N

National Intelligence Council (2008) Disruptive Civil Technologies. Six Technologies with Potential Impacts on US Interests out to 2025 http://www.fas.org/irp/nic/disruptive.pdf

National Intelligence Council (2012) Global Trends 2030: Alternative Worlds http://www.dni.gov/nic/globaltrends. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Neuroth H et al. (2012) Langzeitarchivierung von Forschungsdaten. Eine Bestandsaufnahme. Version 1.0 http://nestor.sub.uni-goettingen.de/bestandsaufnahme. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Neuroth H et al. (2010) nestor Handbuch. Eine kleine Enzyklopädie der digitalen Langzeitarchivierung. Version 2.3 http://nestor.sub.uni-goettingen.de/handbuch/index.php. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

P

Perlroth N, Hardy Q (2013) Bank Hacking Was the Work of Iranians, Officials Say. The New York Times, 08.01.2013 http://www.nytimes.com/2013/01/09/technology/online-banking-attacks-were-work-of-iran-us-officials-say.html?_r=0. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Petermann T et al. (2011) TAB Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag. Was bei einem Blackout geschieht. Folgen eines lang andauernden und großräumigen Stromausfalls. Sigma Edition, Berlin

Prillwitz F, Krüger M (2007) Netzwiederaufbau nach Großstörungen. 12. Symposium Maritime Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik, 08.-10.10.2007, Rostock

R

Radkau J (2008) Technik in Deutschland. Campus Verlag, Frankfurt

Randers J (2012) 2052: A Global Forecast for the Next Forty Years. Chelsea Green Publishing, Vermont, US

Raskin P (2006) The Great Transition Today. GTI Paper Series 2, Tellus Institute, Boston

Regis E (1997) The Doomslayer. Wired, 07.12.2012 http://www.wired.com/wired/archive/5.02/ffsimon_pr.html. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Richadson L (2007) Was Terroristen wollen. Campus Verlag, Frankfurt

Rinke A, Schwägerl C (2012) 11 drohende Kriege. C Bertelsmann Verlag, München

Rockström J et al. (2009) A safe operating space for humanity. Nature 461: 472–475

Röser J, Peil C (2010) Diffusion und Teilhabe durch Domestizierung. Zugänge zum Internet im Wandel 1997–2007. M&K 58(4): 481–502

Rosenthal DSH (2010) Bit Preservation: A Solved Problem? The International Journal of Digital Curation 1(5): 134–148

Ross S (2007) Digital Preservation, Archival Science and Methodological Foundations for Digital Libraries http://eprints.erpanet.org/131/. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

S

Sample I (2007) Global food crisis looms as climate change and population growth strip fertile land. The Guardian, 31.08.2007 (23.11.2012) http://www.guardian.co.uk/environment/2007/aug/31/climatechange.food. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Schubert F (2009) Digitale Daten. Kurze Ewigkeit. Der Tagesspiegel 23.12.2009 http://www.tagesspiegel.de/wissen/digitate-daten-kurze-ewigkeit/1653138.html. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Sheehan JJ (2009) Biofuels and the conundrum of sustainability. Current Opinion in Biotechnology 20: 318–324
Simon J, Kahn H (1984) The Resourceful EARTH. Basil Blackwell, New York
Simmons J (2011) Making safe, affordable and abundant food a global reality. Range Beef Cow Symposium. Paper 300 http://digitalcommons.unl.edu/rangebeefcowsymp/300. Zugegriffen: 22. Jan. 2013
Smit E et al. (2011) Avoiding a Digital Dark Age for data: why publishers should care about digital. Preservation Learned Publishing, 24(1): 35–49
Smith A (2010) Adam Smith für Anfänger. Der Wohlstand der Nationen. Winter H, Rommel T (Hrsg) Deutscher Taschenbuch Verlag, München
Stadtwerke Münster (2012) Faktenblatt: Busverkehr
Stadt Wien (2010) Geschichte der Wiener Wasserversorgung. Flyer
Statistisches Bundesamt DESTATIS (2009) Fachserie 19 Reihe 2.1. Umwelt. Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung 2007 https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltstatistischeErhebungen/Wasserwirtschaft/WasserAbwasserOeffentlich2190210079004.pdf?__blob=publicationFile. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

T

Thiel T (2012) Am Boulevard der toten Links. Archivierung des Internets. Frankfurter Allgemeine, Feuilleton, 24.06.2012 (12.11.2012) http://www.faz.net/aktuell/feuilleton/archivierung-des-internets-am-boulevard-der-toten-links-11791771.html. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Turner G (2008) A Comparison of the Limits to Growth with Thirty Years of Reality. CSIRO

U

Uekötter F (2012) Simulierter Untergang. Zeit online, 22.11.2012 http://www.zeit.de/2012/48/Die-Grenzen-des-Wachstums-Wirtschaft-Prognosen. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

United States Department of Defense (2010) QDR Quadrennial Defense Review Report http://www.defense.gov/qdr/. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Umweltbundesamt (2010) Energieziel 2050: 100 % Strom aus erneuerbaren Quellen. Dessau-Roßlau

V

VBW e. V. (2011) Kosten des Ausbaus der Erneuerbaren Energien. Studie der TU Berlin im Auftrag von VBW e. V. u. a.

W

Wald ML, Schwartz J (2012) Weather Extremes Leave Parts of U.S. Grid Buckling. The New York Times, 25.07.2012 http://www.nytimes.com/2012/07/26/us/rise-in-weather-extremes-threatens-infrastructure.html?_r=0. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Ward-Perkins B (2006) The Fall of Rome. Oxford University Press, New York

WDR (2005) Quarks & Co. Skript zur WDR Sendereihe „Unter Strom". PDF zur Sendung http://www.wdr.de/tv/quarks/sendungsbeitraege/2005/0531/001_strom.jsp. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Weidringer JW, Weiss W (2011) Schutzkommission beim Bundesministerium des Inneren, Vierter Gefahrenbericht. Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe http://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Bilder/SK/DE/Veroeffentlichungen/Cover4.Gefahrenberich.jpg;jsessionid=E5D0E014A492B973DAB2EE4555798EBC.1_cid345?__blob=poster&v=2. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Weizsäcker EU et al. (2002) Schlussbericht der Enquete-Kommission Globalisierung der Weltwirtschaft – Herausforderungen und Antworten. Deutscher Bundestag, Drucksache 14/9200, 14. Wahlperiode 12. 06. 2002 http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/14/092/1409200.pdf. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung (2011) Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine große Transformation – Zusammenfassung für Entscheidungsträger. Berlin http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/hauptgutachten/jg2011/wbgu_jg2011_ZfE.pdf

Wüst C (2013) Fahren ohne Fahrer, DER SPIEGEL 05/2013, 98 http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-90750488.html. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Wyman O, (2009) OECD Studies in Risk Management. Innovation in Country Risk Management http://www.oliverwyman.com/4859.htm#.UP6__ZGYP8s. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Z

Zetter K (2011) How Digital Detectives Deciphered Stuxnet, the Most Menacing Malware in History. Wired, 07.11.2011 http://www.wired.com/threatlevel/2011/07/how-digital-detectives-deciphered-stuxnet/. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Zentrum für Transformation der Bundeswehr (2011) Teilstudie 1: Peak Oil. Sicherheitspolitische Implikationen knapper Ressourcen., Dezernat Zukunftsanalyse http://www.bundeswehr.de/resource/resource/MzEzNTM4MmUzMzMyMmUzMTM1MzMyZTM2MzIzMDMwMzAzMDMwMzAzMDY4Mzg2ZjY2Nzk2NzYxNzcyMDIwMjAyMDIw/Sicherheitspolitische%20Implikationen%20knapper%20Ressourcen.pdf. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Zimmer DE (1999) Das große Datensterben. Von wegen Infozeitalter: Je neuer die Medien, desto kürzer ist ihre Lebenserwartung. Zeit online, 18.11.1999 http://www.zeit.de/1999/47/199947.information1a_.xml. Zugegriffen: 22. Jan. 2013

Stichwortverzeichnis

T. Grüter, *Offline!*, DOI 10.1007/978-3-642-37737-2,

C

D